

T.C.
KIRKLARELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**POTASYUM HUMAT İLAVELİ LABORATUVAR ORTAMINDA HAZIRLANAN
AKIŞKANLAŞTIRICI KİMYASAL KATKILAR İLE ÜRETİLEN HARÇLARIN MEKANİK
VE DURABİLİTE ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Engin SÜRÜCÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Kadir KILINÇ

EYLÜL 2018

T.C.
KIRKLARELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**POTASYUM HUMAT İLAVELİ LABORATUVAR ORTAMINDA HAZIRLANAN
AKIŞKANLAŞTIRICI KİMYASAL KATKILAR İLE ÜRETİLEN HARÇLARIN
MEKANİK VE DURABİLİTE ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Engin SÜRÜCÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Kadir KILINÇ

EYLÜL 2018

Kırklareli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 1138202004 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **ENGİN SÜRÜCÜ**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı "**POTASYUM HUMAT İLAVELİ LABORATUVAR ORTAMINDA HAZIRLANAN AKIŞKANLAŞTIRICI KİMYASAL KATKILAR İLE ÜRETİLEN HARÇLARIN MEKANİK VE DURABİLİTE ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**" başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Dr. Öğr. Üyesi Kadir KILINÇ**

Kırklareli Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Dr. Öğr. Üyesi Burak ÖZŞAHİN**

Kırklareli Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Özgür EKİNCİOĞLU

İstanbul Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : 26 Eylül 2018

Savunma Tarihi : 19 Ekim 2018



Eşime ve çocuklarıma,

ÖNSÖZ

Yüksek lisans tezimin hazırlanması esnasında deneyimleri ve değerli fikirleriyle bana yol gösteren Danışman Hocam **Dr. Öğr. Üyesi Kadir KILINÇ**'a, çalışmalarım esnasında bana ilgi ve yardımlarını esirgemeyen Kırklareli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü değerli öğretim üyeleri ve öğretim elemanlarına ve yüksek lisansımın her safhasında bana desteğini hiç esirgemeyen değerli eşim Ezgi SÜRÜCÜ'ye teşekkürlerimi sunarım.

Eylül 2018

Engin SÜRÜCÜ
(İnşaat Mühendis)

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
KISALTMALAR.....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	x
ŞEKİL LİSTESİ.....	xii
ÖZET.....	xiv
SUMMARY.....	xvi
1. GİRİŞ.....	1
2. HÜMİK MADDELER	3
2.1. Hümik Maddelerin Tanımı, Sınıfları ve Özellikleri.....	3
2.2. Hümik Maddelerin Yapımı.....	5
2.3. Hümik Maddelerin Bileşimleri.....	5
2.4. Hümik Maddelerin Özellikleri ve Uygulama Alanları	6
2.5. Hümik Maddelerin İnorganik, Organik ve Ampifilik Malzemeler ile Etkileşimi	6
2.6. Hümik Madde ve Hümik Asit Üzerine Literatürde Yapılmış Çalışmalar	7
2.7. Hümik Asidin Beton Üzerindeki Etkisi Üzerine Literatürde Yapılmış Çalışmalar.....	9
3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR	11
3.1. Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	11
3.2. Üretilen Kimyasal Katkıların Tasarımları	13
4. DENEY SONUÇLARI	15
4.1. Basınç Dayanımı Deney Sonuçları	15
4.1.1. K#01 ve K#09 kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımı deney sonuçları	15
4.1.2. K#02 ve K#10 kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımı deney sonuçları	16
4.1.3. K#03 ve K#11 kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımı deney sonuçları	17
4.1.4. K#04 ve K#12 kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımı deney sonuçları	18
4.1.5. K#05 ve K#13 kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımı deney sonuçları	19
4.1.6. K#06 ve K#14 kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımı deney sonuçları	21
4.1.7. K#07 ve K#15 kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımı deney sonuçları	22

4.1.8. K#08 ve K#16 kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımı deney sonuçları	23
4.2. Eğilme Dayanımı Deney Sonuçları	25
4.2.1. K#01 ve K#09 kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımı deney sonuçları	25
4.2.2. K#02 ve K#10 kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımı deney sonuçları	26
4.2.3. K#03 ve K#11 kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımı deney sonuçları	27
4.2.4. K#04 ve K#12 kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımı deney sonuçları.....	28
4.2.5. K#05 ve K#13 kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımı deney sonuçları	29
4.2.6. K#06 ve K#14 kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımı deney sonuçları	30
4.2.7. K#07 ve K#15 kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımı deney sonuçları	31
4.2.8. K#08 ve K#16 kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımı deney sonuçları	32
4.3. Sülfat Deneyi	33
4.3.1. Sülfat deneyi sonrası basınç dayanımı test sonuçları	33
4.3.2. Sülfat deneyi sonrası eğilme dayanımı test sonuçları.....	34
5. DENEY SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ	37
5.1. Basınç dayanımı Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi	37
5.1.1. K#01 ve K#09 kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımlarının değerlendirilmesi.....	37
5.1.2. K#02 ve K#10 kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımlarının değerlendirilmesi.....	40
5.1.3. K#03 ve K#11 kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımlarının değerlendirilmesi.....	43
5.1.4. K#04 ve K#12 kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımlarının değerlendirilmesi.....	45
5.1.5. K#05 ve K#13 kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımlarının değerlendirilmesi.....	48
5.1.6. K#06 ve K#14 kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımlarının değerlendirilmesi.....	50
5.1.7. K#07 ve K#15 kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımlarının değerlendirilmesi.....	53
5.1.8. K#08 ve K#16 kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımlarının değerlendirilmesi.....	55

5.1.9. Firma A ve Firma B hammaddeleri kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımı sonuçlarının genel değerlendirilmesi.....	58
5.2. Eğilme Dayanımı Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi	61
5.2.1. K#01 ve K#09 kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımlarının değerlendirilmesi	61
5.2.2. K#02 ve K#10 kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımlarının değerlendirilmesi	64
5.2.3. K#03 ve K#11 kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımlarının değerlendirilmesi	67
5.2.4. K#04 ve K#12 kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımlarının değerlendirilmesi	70
5.2.5. K#05 ve K#13 kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımlarının değerlendirilmesi	72
5.2.6. K#06 ve K#14 kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımlarının değerlendirilmesi	74
5.2.7. K#07 ve K#15 kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımlarının değerlendirilmesi	77
5.2.8. K#08 ve K#16 kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımlarının değerlendirilmesi	79
5.2.9. Firma A ve Firma B hammaddeleri kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımı sonuçlarının genel değerlendirilmesi.....	81
5.3. Sülfat Deneyi Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	84
5.3.1. Sülfat deneyi sonrası basınç dayanımı deney sonuçlarının değerlendirilmesi	84
5.3.2. Sülfat deneyi sonrası eğilme dayanımı deney sonuçlarının değerlendirilmesi	86
5.3.3. Su kesme yüzdesi deney sonuçlarının değerlendirilmesi	88
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	91
7. KAYNAKLAR.....	93
8. ÖZGEÇMİŞ	95

KISALTMALAR

W/C: Su/imento oranı

SEM: Taramalı elektron mikroskopu

C: Karbon

H: Hidrojen

O: Oksijen

N: Nitrojen

S: Sulfür

TBF: Tri bütül fosfat

SK: Standart kum

DKK: Dolomit kırma kumu

K#01: A Firmasının hammaddeleri kullanılarak üretilen 01 numaralı katkı

K#02: A Firmasının hammaddeleri kullanılarak üretilen 02 numaralı katkı

K#03: A Firmasının hammaddeleri kullanılarak üretilen 03 numaralı katkı

K#04: A Firmasının hammaddeleri kullanılarak üretilen 04 numaralı katkı

K#05: A Firmasının hammaddeleri kullanılarak üretilen 05 numaralı katkı

K#06: A Firmasının hammaddeleri kullanılarak üretilen 06 numaralı katkı

K#07: A Firmasının hammaddeleri kullanılarak üretilen 07 numaralı katkı

K#08: A Firmasının hammaddeleri kullanılarak üretilen 08 numaralı katkı

K#09: B Firmasının hammaddeleri kullanılarak üretilen 01 numaralı katkı

K#10: B Firmasının hammaddeleri kullanılarak üretilen 02 numaralı katkı

K#11: B Firmasının hammaddeleri kullanılarak üretilen 03 numaralı katkı

K#12: B Firmasının hammaddeleri kullanılarak üretilen 04 numaralı katkı

K#13: B Firmasının hammaddeleri kullanılarak üretilen 05 numaralı katkı

K#14: B Firmasının hammaddeleri kullanılarak üretilen 06 numaralı katkı

K#15: B Firmasının hammaddeleri kullanılarak üretilen 07 numaralı katkı

K#16: B Firmasının hammaddeleri kullanılarak üretilen 08 numaralı katkı

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1 Hümik maddelerde elementer birleşim oranları.....	6
Çizelge 3.1 Kimyasal katkıların pH ve sıcaklık değerleri.....	11
Çizelge 3.2 Kimyasal katkı tasarımı	13
Çizelge 4.1 %100 SK kullanılarak K#01 ve K#09 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak basınç dayanımı gelişimi.....	15
Çizelge 4.2 %50 SK ile %50 DKK kullanılarak K#01 ve K#09 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak basınç dayanımı gelişimi	16
Çizelge 4.3 %100 SK kullanılarak K#02 ve K#10 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak basınç dayanımı gelişimi.....	16
Çizelge 4.4 %50 SK ile %50 DKK kullanılarak K#02 ve K#10 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak basınç dayanımı gelişimi	17
Çizelge 4.5 %100 SK kullanılarak K#03 ve K#11 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak basınç dayanımı gelişimi.....	18
Çizelge 4.6 %50 SK ile %50 DKK kullanılarak K#03 ve K#11 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak basınç dayanımı gelişimi	18
Çizelge 4.7 %100 SK kullanılarak K#04 ve K#12 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak basınç dayanımı gelişimi.....	19
Çizelge 4.8 %50 SK ile %50 DKK kullanılarak K#04 ve K#12 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak basınç dayanımı gelişimi	19
Çizelge 4.9 %100 SK kullanılarak K#05 ve K#13 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak basınç dayanımı gelişimi.....	20
Çizelge 4.10 %50 SK ile %50 DKK kullanılarak K#05 ve K#13 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak basınç dayanımı gelişimi	20
Çizelge 4.11 %100 SK kullanılarak K#06 ve K#14 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak basınç dayanımı gelişimi	21
Çizelge 4.12 %50 SK ile %50 DKK kullanılarak K#06 ve K#14 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak basınç dayanımı gelişimi	22
Çizelge 4.13 %100 SK kullanılarak K#07 ve K#15 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak basınç dayanımı gelişimi	23
Çizelge 4.14 %50 SK ile %50 DKK kullanılarak K#07 ve K#15 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak basınç dayanımı gelişimi	23
Çizelge 4.15 %100 SK kullanılarak K#08 ve K#16 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak basınç dayanımı gelişimi	24
Çizelge 4.16 %50 SK ile %50 DKK kullanılarak K#08 ve K#16 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak basınç dayanımı gelişimi	24
Çizelge 4.17 %100 SK kullanılarak K#01 ve K#09 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak eğilme dayanımı gelişimi.....	25

Çizelge 4.18 %50 SK ile %50 DKK kullanılarak K#01 ve K#09 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak eğilme dayanımı gelişimi	26
Çizelge 4.19 %100 SK kullanılarak K#02 ve K#10 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak eğilme dayanımı gelişimi.....	26
Çizelge 4.20 %50 SK ile %50 DKK K#02 ve K#10 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak eğilme dayanımı gelişimi.....	27
Çizelge 4.21 %100 SK kullanılarak K#03 ve K#11 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak eğilme dayanımı gelişimi.....	27
Çizelge 4.22 %50 SK ile %50 DKK kullanılarak K#03 ve K#11 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak eğilme dayanımı gelişimi	28
Çizelge 4.23 %100 SK kullanılarak K#04 ve K#12 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak eğilme dayanımı gelişimi.....	28
Çizelge 4.24 %50 SK ile %50 DKK kullanılarak K#04 ve K#12 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak eğilme dayanımı gelişimi	29
Çizelge 4.25 %100 SK kullanılarak K#05 ve K#13 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak eğilme dayanımı gelişimi.....	30
Çizelge 4.26 %50 SK ile %50 DKK kullanılarak K#04 ve K#12 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak eğilme dayanımı gelişimi	30
Çizelge 4.27 %100 SK kullanılarak K#06 ve K#14 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak eğilme dayanımı gelişimi.....	31
Çizelge 4.28 %50 SK ile %50 DKK kullanılarak K#06 ve K#14 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak eğilme dayanımı gelişimi	31
Çizelge 4.29 %100 SK kullanılarak K#07 ve K#15 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak eğilme dayanımı gelişimi.....	32
Çizelge 4.30 %50 SK ile %50 DKK kullanılarak K#07 ve K#15 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak eğilme dayanımı gelişimi	32
Çizelge 4.31 %100 SK kullanılarak K#08 ve K#16 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak eğilme dayanımı gelişimi.....	33
Çizelge 4.32 %50 SK ile %50 DKK kullanılarak K#08 ve K#16 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak eğilme dayanımı gelişimi	33
Çizelge 4.33 Sülfat deneyi sonrası basınç dayanımı gelişimi (oransal olarak).....	34
Çizelge 4.34 Sülfat deneyi sonrası eğilme dayanımı gelişimi (oransal olarak).....	35

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 5.1 %100 SK & %50 SK + %50 DKK ile K#01 ve K#09 kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımı ve rölatif basınç dayanımı	39
Şekil 5.2 %100 SK & %50 SK + %50 DKK ile K#02 ve K#10 kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımı ve rölatif basınç dayanımı	42
Şekil 5.3 %100 SK & %50 SK + %50 DKK ile K#03 ve K#11 kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımı ve rölatif basınç dayanımı	44
Şekil 5.4 %100 SK & %50 SK + %50 DKK ile K#04 ve K#12 kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımı ve rölatif basınç dayanımı	47
Şekil 5.5 %100 SK & %50 SK + %50 DKK ile K#05 ve K#13 kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımı ve rölatif basınç dayanımı	49
Şekil 5.6 %100 SK & %50 SK + %50 DKK ile K#06 ve K#14 kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımı ve rölatif basınç dayanımı	52
Şekil 5.7 %100 SK & %50 SK + %50 DKK ile K#07 ve K#15 kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımı ve rölatif basınç dayanımı	54
Şekil 5.8 %100 SK & %50 SK + %50 DKK ile K#08 ve K#16 kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımı ve rölatif basınç dayanım	57
Şekil 5.9 %100 SK kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımı ve W/C değişimi	59
Şekil 5.10 %50 SK + %50 DKK kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımı ve W/C değişimi.....	60
Şekil 5.11 %100 SK & %50 SK + %50 DKK ile K#01 ve K#09 kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımı ve rölatif eğilme dayanımı.....	63
Şekil 5.12 %100 SK & %50 SK + %50 DKK ile K#02 ve K#10 kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımı ve rölatif eğilme dayanımı.....	66
Şekil 5.13 %100 SK & %50 SK + %50 DKK ile K#03 ve K#11 kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımı ve rölatif eğilme dayanımı.....	69
Şekil 5.14 %100 SK & %50 SK + %50 DKK ile K#04 ve K#12 kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımive rölatif eğilme dayanımı.....	71
Şekil 5.15 %100 SK & %50 SK + %50 DKK ile K#05 ve K#13 kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımı ve rölatif eğilme dayanımı.....	73
Şekil 5.16 %100 SK & %50 SK + %50 DKK ile K#06 ve K#14 kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımı ve rölatif eğilme dayanımı.....	76
Şekil 5.17 %100 SK & %50 SK + %50 DKK ile K#07 ve K#15 kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımı ve rölatif eğilme dayanımı.....	78
Şekil 5.18 %100 SK & %50 SK + %50 DKK ile K#08 ve K#16 kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımı ve rölatif eğilme dayanımı.....	80
Şekil 5.19 %100 SK kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımı ve W/C değişimi	82

Şekil 5.20 %50 SK + %50 DKK kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımı ve W/C değişimi	83
Şekil 5.21 %50 SK + %50 DKK ile K#01, K#04, K#07, K#11 ve K#16 kullanılarak üretilen harçların sülfat deneyi sonrası basınç dayanımı ve rölatif basınç dayanımı. 85	
Şekil 5.22 %50 SK + %50 DKK kum ile K#01, K#04, K#07, K#11, K#16 kullanılarak üretilen harçların sülfat deneyi sonrası eğilme dayanımı ve rölatif eğilme dayanımı 87	
Şekil 5.23 Su kesme yüzdeleri	89



**POTASYUM HUMAT İLAVELİ LABORATUVAR ORTAMINDA
HAZIRLANAN AKIŞKANLAŞTIRICI KİMYASAL KATKILAR İLE
ÜRETİLEN HARÇLARIN MEKANİK VE DURABİLİTE
ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

ÖZET

Medeniyetin ilerlemesi ve dünya nüfusunun artması sonucunda beton teknolojisinde son 100 yılda önemli ilerlemeler olmuştur. 90'lı yıllarda başlayan çimento-agrega ara bölgesinin özelliklerinin araştırmalar, ekonomik ve durabil beton üretimi sektöründe önemli bir yer almıştır. Beton üretiminde kullanılan agregaların, hacim olarak beton tasarımının % 70-80 kadarını oluşturmaktadır. Beton üretiminde kullanılan agrega bileşiminde ise en yüksek pay ise maliyetin avantajlı olması nedeniyle kırma kuma aittir. Bu sebeple kırma kumun ihtiva ettiği kirlilik düzeyi, betonun kalitesini etkileyen başlıca parametrelerden biri olmakla beraber, kimyasal katkı üretimi yapan firmalar için de katkı dizaynını oluşturmak açısından son derece önemli bir değerdir. Türkiye'de, kırma ve eleme tesislerinde yıkama sistemi yaygın olarak kullanılmadığından, beton içerisindeki agregalarda kirlilik önemli bir sorun oluşturmaktadır. Ülkemizin birçok bölgesinde temiz agrega temininde zorluk çekildiğinden, metilen değeri yüksek agregalarla beton üretimi yapılmakta, bu da beraberinde bazı sıkıntılar getirmektedir. Bu sebeple, agrega üreticilerinin kil ve silt gibi ince malzemelerin agregaya karışmasını önlemeye yönelik tedbirler almaları gerekmektedir. Bu yüksek lisans tezinde potasyum humat içeren 16 farklı dizayna sahip akışkanlaştırıcı kimyasal katkıları Kırklareli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Yapı Malzemesi Laboratuvarında hazırlanmıştır. Bu çalışmada iki farklı tip potasyum humat kullanılmıştır. Aynı zamanda akışkanlaştırıcı kimyasal katkı üretiminde kullanılan diğer hammaddeler de katkı üretiminde kullanılmıştır. Hazırlanan kimyasal katkıların pH ve sıcaklık değerleri de ölçülmüştür. Kimyasal katkıların pH ve sıcaklık değerleri sunulmuştur. K#01'den K#08'e kadar olan kimyasal katkıları bir kimyasal katkı firmasının kullandığı hammaddeler kullanılarak laboratuvar ortamında hazırlanmıştır. K#09'dan K#16'ya kadar olan katkıları ise bir başka kimyasal katkı firmasının kullandığı hammaddeler kullanılarak laboratuvar

ortamında hazırlanmıştır. Potasyum humat ilaveli akışkanlaştırıcı katkıların laboratuvar ortamında üretiminden sonra 40*40*160 mm boyutlu kalıplara her bir katkı ile üretilen harçlar yerleştirilmiştir. Harç üretiminde iki farklı yöntem izlenmiştir. İlk yöntem ile üretilen harçlarda %100 standart kum kullanılmış ve mekanik, durabilite özellikleri test edilmiştir. İkinci yöntem ile üretilen harçlarda ise %50 standart kum + %50 dolomit kırma kum kullanılmış ve mekanik, durabilite özellikleri test edilmiştir. Aynı zamanda Potasyum humat ilaveli akışkanlaştırıcı katkıların performanslarını belirlemek için şahit harç üretimleri yapılmıştır. Şahit harç karışımının yayılma değeri 15 cm olarak alınmıştır ve her bir katkı tasarımı ile denemeler yapılarak katkının hangi oranda su kesme yüzdesine sahip olduğu test sonuçları ile belirlenmiştir.



INVESTIGATION OF MECHANICAL AND DURABILITY PROPERTIES OF MORTARS PRODUCED WITH CHEMICAL ADMIXTURES ADDED POTASSIUM HUMATE PREPARED IN LABORATORY CONDITIONS

SUMMARY

As a result of civilization and increase of world population, remarkable improvements in concrete industry have been recorded in the past 100 years. Following concentrated studies regarding the features of cement-aggregate transition areas since 90's, durable and economical concretes have achieved an important place in field of concrete technology. During to production of durable and economical concrete aggregates play an important role because by volume of concrete design, proportion of aggregates used in concrete is % 70-80. In the aggregate composition used in concrete production, the crushing sand has the highest proportion because of the advantage of its cost. For economically efficient concrete production needs local sources. Regarding to local codes concrete must be durable. Thus, the dirtiness of crushed sand is one of the main parameters affecting the quality of the concrete, and it is an extremely important value in terms of forming admixture design for the companies producing chemical additives. In Turkey, washing of aggregates is not widely used due to this reason dirtiness of crushed sand creates significant problem for concrete production. Since it is difficult to supply clean aggregates in many regions of our country, concrete production is carried out with high methylene value aggregates, which brings some difficulties together. Very fine material in fine aggregate is limited with % 3 respect to TS 706 EN 12620. If fine aggregate contains more than % 3 very fine material, methylene blue test should perform on fine aggregate according to Turkish Standard TS EN 933-9. For this reason, aggregate producers should take some precautions to stepping fine materials such as silt and clay in aggregate. In this sense, quality and content of fine materials passing from 0.063 mm sieve such as clay, silt and very fine stone powder, directly affects the quality of concrete. Clay is a laminar or fiber formed hydrated aluminum or magnesium silicate based material that holds water and has a great ion exchange capability, having particles smaller than 0.02 mm. Activity of clay minerals depends on its characteristic patterns. It is known that some types of clay are relatively

affectless and do not change aggregate performance, but other types are moist sensitive, expansive and have significant effects on aggregate performance even in small amounts. The existence of clay and silt in aggregates reduce the bond between coarse aggregates and cement paste, and enlarge the specific surface area of aggregates. As a consequence, the amount of mixing water and water/cement ratio (w/c) change in negative direction. This causes serious problems such as low strength, durability and volume stability of concrete. An additional important property of clay and silt is water holding or water adsorption capability. Adsorbing water by clay and silt bring out volume expansion and shrinkage follows this phenomenon, which increases tensile stress on surface. Clay and silt reduce the adherence by reacting with binder material, and delay hydration and setting of concrete. On the other hand, very small amounts of fine material improve workability and impermeability of concrete. It is preferred to be in minimum level due to their negative effects. Concrete admixtures are liquid or powder additives. They are added to the concrete mix in small quantities to meet specific requirements such as fixing fresh concrete behavior, controlling, setting or hardening, increasing the durability properties. The effect of admixtures is always to improve the concrete properties. Superplasticizers (mid-range and high-range water reducers) and plasticizers (water reducers) represent more than half of all the admixtures generally used. Although conventional polycarboxylate based chemical admixtures reduce water requirement and provide consistency, they have limited usage because of being sensitive to dirtiness of aggregate. Some special chemical admixtures can be developed to eliminate negative effects of clay-bearing aggregates. This will be useful for producers which can't find clean aggregates in concrete production. Humic substances are organic materials which are originated from physical, chemical and microbiological transformation of dead animals and plants. Humic substances can be found in soil, sediments and aqueous medium, and include carbon, hydrogen, oxygen, sulphur and nitrogen. These elements exist in all humic substances independently from origin and country. In this study, aggregates with high methylene blue value were used. To eliminate negative effects of aggregates having high fine material content, chemical admixtures with clay-mitigating properties were prepared. For this purpose, potassium humate, which is the potassium salt of humic acid, was used in preparation of chemical admixtures. In this Ms thesis, sixteen different potassium humate based chemical admixtures were prepared in Kırklareli University, Faculty of Civil Engineering, Construction Materials Laboratory. Before using each potassium based admixture to

determine its performance, two study group were built up in this study with different types potassium humate. Raw materials required for the production of potassium humate base plasticizer admixtures prepared in the laboratory conditions obtained from two major companies which are manufacturing and marketing chemical admixture in the construction sector. In this study, companies were coded as Firm A and Firm B. After production of potassium humate based chemical admixtures in laboratory conditions, the mortars were produced and placed in 40*40*160 mm mold by using each potassium humate based chemical admixture. Two study groups were built up during mortar production. For the production of first group chemical admixture, Firm A raw material was used and chemical admixtures were coded as admixture 01, admixture 02, admixture 03, admixture 04, admixture 05, admixture 06, admixture 07 and admixture 08. In the production of mortars, 100 % standart sand was used and mechanical and durability properties of mortar specimens were investigated. For production of second group chemical admixtures, Firm B raw material was used and coded as admixture 09, admixture 10, admixture 11, admixture 12, admixture 13, admixture 14, admixture 15 and admixture 16. In the production of mortars, 50 % standart sand + 50 % crushed dolomite sand were used and mechanical and durability properties of mortar specimens were investigated. At the same time, control mortar specimens were produced. The slump value of the control mortar was selected as 15 cm and water reduction percentage values were determined for each chemical admixture. The percentage of potassium humate based chemical admixture was % 1 percent by the weight of cement. Cement dosage was 450 kg/m³ for all groups. All samples were unmolded after 24 hours and stored in water at 20±1 °C. Fresh unit weight, compressive strength and split tensile strength test results were applied for 3, 7 and 18 day specimens. Also, sulfate resistance test was applied. Prepared samples were immersed in 150 gram / liter Na₂SO₄ solution prepared according to ASTM C 1012. Sulfate resistance test was performed on the produced samples and the weight change percentage, flexural strength and compressive strength properties for 3, 7 and 28 day specimens were determined. As a consequence of, it was found that potassium humate based chemical admixtures eliminated the negative effects of very fine materials in aggregates by providing the intended slump and compressive strength of concrete. Regarding, further research is needed to optimize the cost for design of potassium humate based clay mitigating chemical admixtures and the cost of production.

1. GİRİŞ

Beton üretiminde kullanılan agregalar, beton dizaynının hacimce % 70-80 kadarını oluşturmaktadır. Beton üretiminde kullanılan agrega bileşiminde, en yüksek pay ise maliyet avantajı nedeniyle kırma kuma aittir. Bu nedenle kırma kumun sahip olduğu kirlilik düzeyi, betonun kalitesini etkileyen en önemli parametrelerden biri olmakla beraber, kimyasal katkı üreticileri için de katkı tasarımı oluşturmak açısından son derece önemli bir değerdir. Türkiye’de, betonda kullanılan agregalarda kirlilik önemli bir sorun teşkil etmektedir. Ülkemizin birçok bölgesinde temiz agrega bulmakta güçlük çekildiğinden, metilen değeri yüksek agregalarla beton üretimi yapılmakta, bu da beraberinde bazı sıkıntılar getirmektedir. Bu sebeple, agrega üreticilerinin kil ve silt gibi ince malzemelerin agregaya karışmasını önlemeye yönelik tedbirler almaları gerekmektedir. Bu anlamda kum içinde bulunan 0,063 mm elek altı yıkanabilir maddelerin (kil, silt ve çok ince taş unu) içeriği ve kalitesi beton kalitesi anlamında büyük önem taşımaktadır. Kil, su tutma ve iyon değiştirme güçleri yüksek olan, parçacık boyutu 0,02 mm’nin altında tabakalı ya da lifli yapıdaki hidratlaşmış alüminyum ya da magnezyum silikatlar olarak adlandırılmaktadır. Kil minerallerinin aktiviteleri karakteristik yapılarına bağlıdır. Bazı kil türlerinin nispeten etkisiz olduğu ve agrega performansını etkilemediği ancak farklı türlerinin küçük miktarlarda olsa bile agregaların performansını önemli ölçüde etkilediği, neme karşı duyarlı oldukları ve genişledikleri bilinmektedir. Kil ve siltin beton agregasında bulunması iri agrega ve çimento hamuru arasındaki aderansı zayıflatır. Agreganın özgül yüzey miktarını artırır. Bunun sonucunda beton için gerekli karma suyu miktarı yani su/çimento (W/C) oranı büyür. Dolayısıyla dayanıklılık ve dayanım yönünden zayıf bir beton elde edilir. Kil ve siltin önemli özelliklerinden birisi de su tutma (emme) kabiliyetinin yüksek olmasıdır. Kil ve silt su emme sonucunda hacim genişlemesine neden olur ve büzölmelerin meydana getireceği çekme gerilmelerine sebep olur. Çimento ile reaksiyona girerek aderansı önler, hidrasyonu ve prizi geciktirir. Bunun yanında kil, mil ve silt oranının az miktarları betonun işlenebilirliğini ve su geçirmezliğini arttırlar. Olumsuz etkileri nedeniyle mümkün olduğu kadar az bulunmaları tercih edilir. Kil mineralleri, doğal agregaların ince fraksiyonlarında (75 µm altı malzeme)

bulunabilmektedir. Genelde, aşırı miktarda kil içeriği beton ve harçlarda zarar verici etkiler yaratmaktadır. Kil minerallerinin ince partikül yapısı ve yüzeylerinin aktivitesi, betonlarda istenen işlenebilirliği sağlamak için karışım suyu miktarını artırmaktadır. Bu da sertleşmiş betonun dayanımına, durabilitesine veya hacim stabilitesine zarar vermektedir. Özetle kil mineralleri, kristaline hidrate alumino-silikatlardır. Beton ince malzemelerindeki kil içeriği, betonda önemli kıvam kaybı, aşırı su isteği ve potansiyel kuruma büzülmesi gibi hacim değişimlerine neden olabilmektedir. Birçok mühendis bu duruma işaret etmiştir. Beton deneylerinde, yüksek metilen mavisi boyası adsorpsiyonu gösteren kumların içerdiği kil minerallerinin, basınç dayanımı kaybına neden olabildikleri görülmüştür. Bununla birlikte, sonuçların değerlendirilmesinde, kil minerallerinin emdikleri boya miktarıyla, betonda yarattıkları zarar verici etkiler arasında bir orantı bulunmasında problemler vardır. Fakat “Metilen Mavisi Adsorpsiyonu” metodu, kullanılan kumdaki kil içeriği nedeniyle beton için uygun olup olmadığını belirlemede hızlı ve ucuz bir metottür. TS 706 EN 12620 standardında ince agreganın içinde bulunan çok ince malzeme muhtevasının %3’den az olması halinde ince malzeme zararsız kabul edilmekte, çok ince malzemenin % 3’ün üzerinde olması halinde ise TS EN 933-9 Metilen Mavisi deneyi veya TS EN 933-8 Kum Eşdeğerliği deney sonuçlarının belirlenen sınır değerlerini sağlaması istenmektedir. Bunun yanında beton üreticileri agrega seçimine, üreteceği betonun kalitesi açısından son derece dikkat etmelidir. Bu seçim sırasında kırma kumların kimyasal yapıları üzerine bilgi edinilmesi, büyük kolaylık ve fayda sağlayacaktır. Beton üretiminde temel hammaddelerden biri olan agregaların, metilen mavisi değerinin yüksek olması halinde betonda kıvam koruma ve dayanım ile ilgili problemler yaşanır. Geleneksel polikarboksilat bazlı kimyasal katkıları, yüksek su kesme ve kıvam koruma özelliği sağlamakla birlikte, malzeme kirliliğine duyarlı olması nedeniyle kullanımı sınırlıdır. Kirli agrega ile yapılan betonda kıvam kaybı ve düşük dayanım dezavantajlarını bertaraf etmek için kimyasal katkıları geliştirilebilir. Metilen mavisi değeri yüksek agregalar için geliştirilmiş kimyasal katkıları ile beton üretimi agrega sıkıntısı çeken beton üreticileri için faydalı bir çözüm olacaktır. Bu tez çalışmasında, metilen mavisi değeri yüksek agregalar için geliştirilmiş potasyum humat ilaveli kimyasal katkıları ile harçlar üretilmiştir. Üretilen harçların mekanik ve durabilite özellikleri detaylı olarak incelenmiştir.

2. HÜMİK MADDELER

2.1. Hümik Maddelerin Tanımı, Sınıfları ve Özellikleri

Hümik maddeler, ölmüş hayvan ve bitkilerin fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik dönüşüm sürecinde oluşan, toprakta, sedimentlerde ve sulu ortamlarda bulunan, karbon, hidrojen, oksijen ve bir miktar sülfür ile beraber nitrojen içeren amorf organik maddelerdir (Vidyasagar, P.B., Rupiasih, N.N.; Apak, R., Hızal, J., 2012; ve Man, D., Pisarek, I., Braczkowski, M., 2013). Hümik maddelerin makromoleküler yapıları çözeltinin farklı kimyasal durumlarına yüksek oranda duyarlıdır. Bir ortamda hümik maddenin reaktivitesi fonksiyonel gruplara, makromoleküler yapıya ve konsantrasyona bağlıdır. Hümik maddeler, organik karbon içeren doğal ürünlerdir. Hümik maddeler görünüş olarak sarı renkten siyah renge farklılık gösterirler, asidiktirler, farklı bileşime ve moleküler ağırlığa sahiptirler, aromatikler, polielektrolittirler. Koyu renge sahip olmaları çekirdeğinin elektronik yapısından kaynaklanmaktadır (Vidyasagar, P.B., Rupiasih, N.N.; ve Apak, R., Hızal, J., 2012). Hümik maddeler, suda, toprakta ve çürümüş hayvan ve bitkilerin sedimentlerinde bulunan doğal organik maddelerdir. Hümik maddeler, karbonhidratlar ve karboksilik, fenolik ve metoksil gruplarını içeren aromatik halkalardan oluşan multifonksiyonel amorf biyopolimerlerdir (Chassapis, K., Roulia, M., Vrettou, E., Fili, D., Zervaki, M., 2010). Hümik maddeler çevrede bulunan doğal organik materyal sınıfından toprakta veya yüzey sularında bitkilerin bozunması sırasında oluşan makromoleküler bileşiklerdir (Vidyasagar, P.B., Rupiasih, N.N.; ve Apak, R., Hızal, J., 2012). Hümik maddeler, poliaromatik ve alifatik alt birimler içeren yüksek moleküler kütleyle sahip polihidroksikarboksilatlardır. Bu makromoleküllerin iyonlaşma derecesi, iyonlaşmış fenol ve karboksilik grupların miktarı ile belirlenir. Bu da çözeltinin pH'nın bir fonksiyonudur. Sulu hümik maddeler, toprak humusu ve sulu bitkilerden elde edilen küçük organik moleküllerin polimerleşmesi ve biyopolimerlerin mikro-biyotik bozulmasıyla oluşan büyük organik moleküllerdir. Dissolved hümik madde, yüzey suyunda (doğal su ve okyanus suyu) dissolved organik karbon havuzunun temel bileşenleridir. Doğal sulardaki hümik maddeler genellikle düzensiz yapıya ve farklı

oranlarda moleküler ağırlıklara sahip polielektrolitler. Çoğu araştırmacı sulu hümik maddelerin özelliklerini tanımlamıştır. Karboksilik, fenolik ve karbonil grupları, sulu hümik maddeyi verir. Bu kimyasal davranış metallerin sulu ortamlarda hareketini, dağılımını ve kümelenmesini etkiler. Stumm ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada hümik maddelerin hem asidik fonksiyonel grupları (karboksil ve fenol) hem de hidrofobik moieties'leri vardır. Karboksil gruplarından dolayı, hümik maddeler oksit yüzeyleri ile elektrostatik etkileşim yaparlar. Hidrofobik özellikler, hümik maddenin yüzeyde kümelenmesine olanak sağlar. Toprakta da hümik madde varlığı mevcuttur. Kompost, hümik madde olarak sınıflandırılan ölü mikroorganizma hücre duvarları ve değişime uğrayan bileşenlerin son ürünüdür. Hümik maddenin makromoleküler yapıları çözeltinin farklı kimyasal durumlarına yüksek oranda duyarlıdır. SEM analizleri göstermiştir ki; hümik asitin morfolojisi pH değişimiyle değişir. Tarımda hümik madde kullanımı, toprağın kalitesini iyileştirmede önemli bir rol oynar. Hümik asit kili kırar. Toprakta suyun buharlaşmasını yavaşlatır. Hümik maddelerin supra-moleküler yapısının bol süngerimsi mikro boşlukları vardır. Bu boşluklar istatistiksel olarak 0,24-0,48 nm ortalama boyuta sahiptir. Bu boşluklar, düşük moleküler bileşenleri (organik xenobiyotikler, herbisidler, pestisidler, metal iyonları, vb.) etkili emen moleküler açıklıklara benzer. 0,127 nm çapı olan oksijen molekülü polimer networküne kolayca penetre olur. Işığın hümik madde ile etkileşimi reaktif oksijen varlıklarını üretir. Bu da yüzey sularında fotodinamik prosesten sorumludur. Bazı teoriler, hümik maddelerin orijinini açıklamada şeker-amin kondenzasyon teorisi, lignin teorisi veya polifenol teorisini kullanmışlardır. Günümüzde, çoğu araştırmacı hümik maddenin orijininin lignine dayandığını destekler. Polifenoller, çoğunlukla ligninden gelir ve dönüşüm sürecinde önemli bir rol oynar. Polifenoller, hümik madde öncülleri olarak bilinirler. Polifenoller, kendi başlarına yeterli reaktif alanlara sahiptir. Hümik maddeleri karakterize etmek için farklı teknikler kullanılır (Vidyasagar, P.B., Rupiasih, N.N.). Hümik maddeler; fülvik asit, hümik asit ve hümin olmak üzere 3 tiptir. Hümik asitler, fülvik asitlere nazaran daha büyük molekülü olup asidik ortamda çözünmemelerine (pH 3'de sulu fazda % 85'i süspande katı fazda) karşılık bazik ortamda koloidal çözelti oluştururlar. Hümik asitler, ortamda bulunabilen inert elektrolitler varlığında çözünürlüğü azalan, kation değişim kapasitesi ve spesifik yüzey alanı oldukça yüksek makromoleküllerdir. Yüksek pH'da egemen olan anyonik grupları, kapladıkları adsorban yüzeyinin yük yoğunluğunu belirgin şekilde değiştirir ki bu durum koloidal stabilitenin artmasına sebep olur (Apak, R., Hızal, J., 2012). Bir

su kaynağında hümik asit varlığı istenmeyen bir durumdur çünkü suda hümik asit varlığı toplam organik kirlilik seviyesini, renk yoğunluğunu, kimyasal aktiviteleri artırır. Hümik asit spesifik özelliklere sahip olduğundan dolayı tarım, sanayi, çevresel uygulamalar ve ilaç sanayisinde yaygın olarak kullanılır. Hümik asit pH<2'de çözünmez (asidik durumda). Fülvik asit tüm pH değerlerinde çözünür (Vidyasagar, P.B., Rupiasih, N.,N.; ve Yee, M.M., 2006). Hümin ise tüm pH değerlerinde suda çözünmeyen doğal organik malzemedir (Yee, M.M., 2006). Yeraltı sularındaki konsantrasyonu 20 ppb, yüzey sularındaki konsantrasyonu ise 30 ppb olan hümik asit, çevresel ortamlarda bulunabilecek metal iyonlarının formunu belirler ve kolloidlerin stabilitesini artırır. Hümik asitler, kendileri gibi hümik maddeler sınıfından olan fülvik asitlere nazaran daha büyük moleküllü olup suda gerçek çözelti oluşturmazlar. Kuvvetli bazik ortamda stabil bir kolloidal çözelti verirler. İçerdikleri fenolik ve karboksilik gruplar üzerinden de adsorban yüzeyiyle, metal iyonuyla veya organik maddelerle etkileşebilirler. Bütün bu özellikleri hümik asitlerin bir kimyasal ayırma yöntemi olan adsorpsiyon prosesinde kullanımına imkân vermekte ve bu sayede gerek ağır metallerin gerekse organik kirleticilerin çevresel ortamlardan uzaklaştırılmasını sağlamaktadır (Apak, R., Hızal, J., 2012).

2.2. Hümik Maddelerin Yapımı

Hümik maddelerin moleküler ağırlıkları yüksektir. Fülvik asitin moleküler ağırlığı hümik asite göre daha düşüktür. Fülvik asit hümik asite göre daha az aromatiktir. Fülvik asit karboksilik asit, fenol ve ketonik gruplar açısından hümik asite göre daha zengindir. Bundan dolayı da tüm pH değerlerinde suda yüksek çözünürlüğü vardır (Yee, M.M., 2006).

2.3. Hümik Maddelerin Bileşimleri

Hümik maddelerin bileşimindeki temel elementler C, H, O, N, ve S'dir. Genel olarak hümik asit fülvik asite göre daha çok karbon, daha az oksijen içerir (Yee, M.M., 2006). Hümik maddelerdeki elementer bileşim oranları Çizelge 2.1'de verilmiştir.

Çizelge 2.1 Hümik maddelerde elementer birleşim oranları

Element	Hümik asit (%)	Fülvik asit (%)
Karbon (C)	53.8~58.7	40.7~50.6
Oksijen (O ₂)	32.8~38.3	39.7~79.8
Hidrojen (H)	3.2~6.2	3.8~7.0
Nitrojen (N)	0.8~4.3	0.9~3.3
Sülfür (S ²⁻)	0.1~1.5	0.1~3.6

2.4. Hümik Maddelerin Özellikleri ve Uygulama Alanları

Hümik maddeler doğadaki en önemli karbon rezervlerinden birisidir. Doğadaki toplam karbonun % 80'i hümik maddelerdedir. Çözünmüş veya dağılmış bileşenler 1-1000 nm aralığında olduğunda hümik maddeler kolloidal özellikler içerir. Hümik maddelerin spesifik özellikleri vardır. Yüksek katyon değişim kapasitesi, yüksek su tutma kapasitesi vardır. Günümüzde hümik maddeler gübre olarak kullanılmaktadır. Kalsiyum hümat ve amonyum hümat toprağın verimliliğini artırmak için kullanılır. Aynı zamanda hümik asit betonda prizi kontrol etmede de kullanılır. Pflug'un yaptığı çalışmada hümik asitin *Micrococcus luteus* ile etkileşim yaptığı ve hümik malzemelerin organizmayı enzim lizozomu sonucunda hücre duvarı yıkılmasından koruduğu belirlenmiştir (Yee, M.M., 2006).

2.5. Hümik Maddelerin İnorganik, Organik ve Ampifilik Malzemeler ile Etkileşimi

Hümik maddeler doğada yaygın olarak görülen kompleks maddelerdir. Hümik maddeler diğer maddelerle de etkileşime girebilir. Bu sebepten dolayı hümik maddelerin ağır metal iyonları, hidrate metal oksitler, kil mineralleri gibi inorganik maddelerle etkileşimi yıllardır çalışılmaktadır. Hümik maddeler toprakta ve suda bulunur. Heterojen organik bileşenlerdir. Ampifilik özelliğinden dolayı toprağın asitliliğini kontrol eder. Hümik maddeler kimyasal ve yapısal olarak kompozit malzemelerdir. Hümik maddelerin inorganik bileşenler, organik bileşenler ve ampifilik bileşenler ile etkileşime girecek yeterli bir kapasitesi vardır. Hümik maddelerin yüksek katyon değiştirme kapasitesi ve yüksek su tutma kapasitesi tarım ve çevresel uygulamalar için çok faydalıdır. Günümüzde hümik madde özellikleri ve

davranışı üzerinde araştırmalar ilgi çekmektedir. Hümik maddelerin kil mineralleri ile etkileşimi üzerine çalışmalar gerçekleştirilmekte ve mekanizma daha derin bir şekilde anlaşılmaya çalışılmaktadır (Yee, M.M., 2006). Hümik maddeler doğada yaygın olarak kullanılan organik malzemelerdir. Hümik maddeler toprakta, suda, sedimentlerde ve kömürde vardır (Kalina, M., Klucakova, M., Sedlacek, P., 2013).

2.6. Hümik Madde ve Hümik Asit Üzerine Literatürde Yapılmış Çalışmalar

Toprak humusu birkaç milyon moleküler ağırlığa sahip kolloidal malzemelerden ve organik polimerlerden oluşur (Grant, D. 2009). Organik madde toprağın en önemli biyokimyasal aktif kısmıdır. Bitki kalıntılarının dönüşümünün doğası onun üzerinde odaklanmıştır. Organik madde ve mineraller arasındaki bağın tipleri, stabilitesi ve hareketliliği humusun bileşiminden çıkarılabilir. Humusun miktarı ve bileşimi toprak ve çevre arasındaki ilişkiyi yansıtan önemli özelliklerdir. Organik madde, mikrop ve toprağın bir ürünü olan humus Afrika'da en erken medeniyetlerden beri çalışılmıştır. Toplam karbon topraktaki organik bileşenlerin toplamını temsil eder. Ayrıştırılabilir organik karbon kil tarafından emilen hümik ve fülvik asit miktarıdır. Güneş enerjisinin büyük bir kısmı humusta karbon-karbon bağı ile kümelenir. Dünyadaki topraklarda organik karbon miktarı 30×10^{14} kg'dır. Toprak humusu topraktaki organik bileşenlerin toplam karışımıdır. Bu organik bileşenler çürümemiş bitki ve hayvan kalıntıları, bunların kısmi ayrıışmış ürünleri, toprak organizmalarıdır. Bileşenlerin karışımı organik moleküllerin bir sınıfıdır. Moleküler ağırlığı yüksektir, renk olarak koyudur, amorf, mikroplar tarafından ayrıışmaya karşı da dirençlidir. Toprak humusu ağırlığını 20 kata kadar suda tutabilir. Bu özellik de kurumayı ve büzülmeyi önler, ayrıca kumlu toprakların nem koruma özelliklerini önemli oranda iyileştirir. Toprak humusu toprak tanelerini yapısal üniteler halinde bağlar ve permeabiliteyi artırır. Humus toprak oluşturma proseslerinde geniş öneminden ve toprak verimliliğinden dolayı uzun zamandır çalışılmıştır (Galioto, T.R., 1985).

18. Yüzyılın ikinci yarısında yapılan çalışmalarda, başlangıçta humusun hayvanlardan elde edildiğine inanılmıştır. Bir bitki veya hayvan gıdası olarak tanımlanmıştır. 1786'da humus alkali ile ayrıştırılmıştır. 1809'da toprağın verimliliğinin büyük ölçüde toprakta humus birikmesinden kaynaklandığı sonucuna varılmıştır (Galioto, T.R., 1985).

19. Yüzyılın ilk yarısı ise Sprengle 1820 ve 1830'da hümik asitin detaylı analizini gerçekleştirmiştir. Yüksek verimliliği çözünür formda hümik asit varlığına bağlamak için humus teorisini çözünürlük ile birleştirmiştir. Sprengle aynı zamanda hümik asitlerin asit doğasını kurmuştur. Berzelius 1806 yılında daha açık renkli hümik maddeleri bulmuş ve bunları apokrenik ve krenik asitler olarak adlandırmıştır. Yapay hümik maddeler 19. yüzyılın başlarında üretilmiştir. Sakrozun hümik asit olduğu düşünülmüştür. Berzelius'un bir öğrencisi Mulder hümik maddelerin kimyasal özelliklerini araştırmıştır. Mulder hümik maddelerden nitrojeni uzaklaştırmaya çalışmıştır. Kononova ise 1961 yılında yaptığı çalışmada humusun bitki besleyicilerinin doğrudan bir kaynağı olduğuna ve nitrojenin humusun bir bileşeni olduğuna inanmıştır. Bu doğru düşünce humusun mikrobiyal orijinine yol açmıştır (Galioto, T.R., 1985).

19. Yüzyılın ikinci yarısında, Van Bemmelen hümik maddelerin gerçekte amorf ve kolloid olduğu sonucuna varmıştır. Baumann ve Gully 1910 yılında yaptığı çalışmada humusun asit özelliklerinin fonksiyonel gruplar içeren bileşenlerinin varlığından değil kolloidal özelliklerden kaynaklandığını belirtmiştir. Liebig 1840'da humusun bitki besleyicilerinin doğrudan bir kaynağı olduğunu belirtmiştir. Humusun bir karbondioksit kaynağı olduğunu belirtmiştir. Pasteur'un parlak fikirleri mikropların biyokimyasının temelini atmıştır. Von Post (1862) ve Darwin (1882) humus oluşumunun bir kimyasal veya fiziksel proses olmadığını, toprak ekolojisinden kaynaklanan biyolojik bir proses olduğunu belirtmiştir (Galioto, T.R., 1985).

20. yüzyılda yapılan çalışmalarda, Oden (1912, 1914, 1919), Maillard (1912 to 1917), Beijerinck (1900), Bertrand (1898), Trusov (1914 to 1916), Shmuk (1914,1924, 1930), Williams (1897, 1902, 1914, 1939) tarafından yapılan çalışmalarda topraktaki hümik maddelerin varlığı araştırılmıştır. Farklı bitki malzemelerinin hümik maddelerin kaynağı olarak hareket edeceği belirtilmiştir. Hümik maddeleri karakterize etmede nükleer manyetik rezonans, elektron spin rezonansı, X-ışını analizi, ultraviyole kullanılır. Hümik maddelerin oluşumu orjinal organik kalıntıların kompleks dönüşümlerinden kaynaklanır. Hem makro hem de mikro toprak organizmalarının enzimatik hareketi dönüşümlere sebep olur. Hümik maddeler çok fonksiyonlu nitrojen içeren özel sınıfa giren organik asitlerdir. Moleküler ağırlıkları yüksektir. Kimyasal kompozisyonları heterojendir. Hümik maddeler iki gruba ayrılır: hümik asitler ve fülvik asitler. Polifenoller ligninden veya sentezlenmiş mikroplardan elde edilir.

Enzimatik olarak kuinonlara dönüşür. Bu da amino bileşenlerle birleşerek nitrojen içeren polimerler oluşur. Hümik madde reaktivitesi büyük oranda yüksek oranda oksijen içeriğinden kaynaklanır. Hümik asit molekülü aromatik bileşenlerin protein ayrışma ürünleri ile kondenzasyonunun bir ürünüdür. Oluşum farklı maddelerin kondenzasyonundan kaynaklandığından dolayı heteropolikondensatlar olarak adlandırılmıştır. Zolotarevskaya (1951), Flaig ve Beutelspacher (1952, 1954), Beutelspacher (1952) ve Kukhareno (1953, 1955) yaptıkları çalışmalarda hümik asitlerin tiny küresel taneler içerdiğini gözlemişlerdir. Hümik bileşenlerin 60-100 Angstrom çapları vardır. Hümik asit molekülleri sıkı değildir. Gevşek spongy bir yapıya sahiptir. İçsel boşluklar çoktur. Yapının bu özellikleri su tutma kapasitesini tanımlar. Renk üretimi kromoforlardan kaynaklanır. Çoğu toprağın koyu rengi toprağın sıcaklığını düzenler. Yüksek derecede humus içeren siyah topraklar açık renkli topraklara göre ısıyı daha çok absorbe etmesine rağmen siyah topraklar daha çok su tutar. Hümik maddeler fülvik asit ve hümik asit olmak üzere ikiye ayrılır. Hümik asit % 3.5-5 oranında nitrojen içerir. Hümik ve fülvik asitler zayıf polielektrolitlerdir (Galioto, T.R., 1985).

2.7. Hümik Asidin Beton Üzerindeki Etkisi Üzerine Literatürde Yapılmış Çalışmalar

Hümik asitin beton üzerindeki etkisi üzerine yapılmış çalışma sayısı literatürde oldukça sınırlıdır. Robertson ve Rashid (1976) yılında Portland çimentolu beton üzerinde hümik asitin korozif etkisini 10 ppm organik madde konsantrasyonu olan taze su ve tuzlu su ortamlarında araştırmıştır. Betondaki en bol bulunan kalsiyum katyonu 28 ve 96 ppm konsantrasyonlarında hümik asit bulunan taze ve tuzlu su sistemlerinde serbest bırakılmıştır. Sonuç olarak sulu veya sedimentler ortamlarda bulunan hümik bileşenlerin beton yapıların üzerinde herhangi bir yan etkisi/olumsuz etkisinin olmadığını gözlemişlerdir. Aksine hümik maddenin beton blok yüzeyinde koruyucu bir örtü oluşturduğunu belirlemişlerdir (Robertson, K.R., Rashid, M.A., 1976).

Prabha ve Thajudeen (2015) yaptığı çalışmada hümik asit içeren taze ve sertleşmiş beton özelliklerini incelemiştir. Hümik asit, çimento ağırlığının % 0.5, % 1.0 ve % 1.5'u oranında ilave edilmiştir. Silindir numunede en büyük yarmada çekme dayanımı, kiriş numunede en büyük eğilmede çekme dayanımı, % 0.5 oranında hümük asit ilave edilen numunelerde gözlenmiştir. 7 günlük basınç dayanımı, şahit basınç dayanımına

göre düşük çıkmıştır. Ancak 28 günlük basınç dayanımı, şahit basınç dayanımına göre % 31 daha yüksek çıkmıştır (Prabha, K.S., Thajudeen, A.K., 2015).

Beton ve harçlar hakkında geçmişte yapılan çalışmalarda hümik asit ile ilgili çalışmalar oldukça azdır çünkü hümik asit çözünür olmaktan ziyade kolloid gibi dağıtmıştır (Grant, D. 2009).



3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

3.1.Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Bu yüksek lisans çalışmasında Potasyum humat içeren 16 farklı tasarıma sahip akışkanlaştırıcı kimyasal katkılar Kırklareli Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Yapı Malzemesi Laboratuvarında hazırlanmıştır. Bu çalışmada iki farklı tip potasyum humat kullanılmıştır. Aynı zamanda akışkanlaştırıcı kimyasal katkı üretiminde kullanılan diğer hammaddeler de katkı üretiminde kullanılmıştır. Hazırlanan kimyasal katkıların pH ve sıcaklık değerleri de ölçülmüştür. Kimyasal katkıların pH ve sıcaklık değerleri Çizelge 3.1’de verilmiştir. K#01'den K#08'e kadar olan katkılar bir katkı firmasının kullandığı hammaddeler kullanılarak laboratuvar ortamında hazırlanmıştır. K#09'dan K#16'ya kadar olan katkılar ise bir başka katkı firmasının kullandığı hammaddeler kullanılarak laboratuvar ortamında hazırlanmıştır.

Çizelge 3.1 Kimyasal katkıların pH ve sıcaklık değerleri

Katkı no	pH	Sıcaklık (°C)
K#01 (Firma A)	4.59	20
K#02 (Firma A)	4.13	20.9
K#03 (Firma A)	4.97	19.7
K#04 (Firma A)	5.17	20.8
K#05 (Firma A)	5.36	19.7
K#06 (Firma A)	5.12	21.2
K#07 (Firma A)	4.89	20.9
K#08 (Firma A)	4.94	21.6
K#09 (Firma B)	5.16	21.4
K#10 (Firma B)	5.42	21.4

Çizelge 3.1 (devam) Kimyasal katkıların pH ve sıcaklık değerleri

Katkı no	pH	Sıcaklık (°C)
K#11 (Firma B)	4.71	21.4
K#12 (Firma B)	4.93	22.2
K#13 (Firma B)	5.35	21.9
K#14 (Firma B)	4.98	22.0
K#15 (Firma B)	4.71	21.5
K#16 (Firma B)	5.02	21.5

Potasyum humat ilaveli akışkanlaştırıcı katkıların laboratuvar ortamında üretimi için gerekli olan hammaddeler inşaat sektöründe katkı imalatı ve pazarlaması yapan iki ana firmadan temin edilmiştir. Bu çalışmada firmalar, Firma A ve Firma B olarak isimlendirilmiştir.

Potasyum humat ilaveli akışkanlaştırıcı katkıların laboratuvar ortamında üretiminden sonra 40x40x160 mm boyutlu kalıplara her bir katkı ile üretilen harçlar yerleştirilmiştir. Harç üretiminde iki farklı yöntem izlenmiştir. İlk yöntem ile üretilen harçlarda %100 standart kum kullanılmış ve mekanik, durabilite özellikleri test edilmiştir. İkinci yöntem ile üretilen harçlarda ise %50 standart Kum + %50 dolomit kırma kum kullanılmış ve mekanik, durabilite özellikleri test edilmiştir. Aynı zamanda Potasyum humat ilaveli akışkanlaştırıcı katkıların performanslarını belirlemek için şahit harç üretimleri yapılmıştır. Şahit harç karışımının yayılma değeri 15 cm olarak alınmıştır ve her bir katkı tasarımı ile denemeler yapılarak katkının hangi oranda su kesme yüzdesine sahip olduğu deney sonuçları ile belirlenmiştir.

Potasyum humat ilaveli akışkanlaştırıcı katkı tasarımları ile üretilen harçlarda kimyasal katkı, çimento ağırlığının %1'i olmak üzere tek dozda kullanılmıştır. Üretilen harç numuneleri 24 saat sonra kalıptan çıkarılarak 20±1 °C suda bekletilmiştir. 3, 7 ve 28. gün sonunda numunelerde sertleşmiş birim ağırlık, eğilme dayanımı ve basınç dayanımı deneyleri yapılmıştır ve bu deneyler sonucunda mekanik özelliklerden birisi olan basınç dayanımı performansı en yüksek olan karışım esas alınarak tekrardan yeni döküm gerçekleştirilmiş, üretilen numuneler üzerinde sülfat direnci tayini deneyi uygulanmış ve deney sonunda 3, 7 ve 28 günlük ağırlık değişimi yüzdesi, eğilme dayanımı ve basınç dayanımı özellikleri ölçülmüştür.

3.2.Üretilen Kimyasal Katkıların Tasarımları

Bu tez çalışmasında toplamda 16 adet katkı üretilmiştir. Üretilen bu katkıların hammaddeleri 2 farklı firmadan temin edilmiştir. Farklı hammaddeler ile üretilen aynı tasarımlar deneysel çalışmada birbiriyle eşleştirilerek mekanik ve durabilite özellikleri incelenmiştir. A firmasında temin edilen hammaddeler ile üretilen K#01 ile B firmasında temin edilen hammaddeler ile üretilen K#09 tasarımı birbiriyle aynıdır. Tek fark hammadde menşedir. Kimyasal katkı tasarımında Çizelge 3.2'de verilmiştir.

Çizelge 3.2 Kimyasal katkı tasarımı

Katkı no	Hammadde yüzdesi (%)							
	Potasyum humat	Naftalin	Kalsiyum nitrat	Melas	TBF	Kalsiyum Linyosülfonat	Glukonat	Formaldehit
K#01 (Firma A)	30.5	6	30	17.95	0.35	12.2	2	1
K#02 (Firma A)	30.5	6	36	17.95	0.35	6.2	2	1
K#03 (Firma A)	20.5	8	31	11.95	0.35	25.2	2	1
K#04 (Firma A)	25.5	6	30	14.95	0.35	20.2	2	1
K#05 (Firma A)	30.5	8	30	17.95	0.35	10.2	2	1
K#06 (Firma A)	25.5	6	35	14.95	0.35	15.2	2	1
K#07 (Firma A)	20.5	8	36	11.95	0.35	20.2	2	1

Çizelge 3.2 (devam) Kimyasal katkı dizaynları

Katkı no	Hammadde yüzdesi (%)							
	Potasyum humat	Naftalin	Kalsiyum nitrat	Melas	TBF	Kalsiyum Linyosülfonat	Glukonat	Formaldehit
K#08 (Firma A)	25.5	8	35	14.95	0.35	13.2	2	1
K#09 (Firma B)	30.5	6	30	17.95	0.35	12.2	2	1
K#10 (Firma B)	30.5	6	36	17.95	0.35	6.2	2	1
K#11 (Firma B)	20.5	8	31	11.95	0.35	25.2	2	1
K#12 (Firma B)	25.5	6	30	14.95	0.35	20.2	2	1
K#13 (Firma B)	30.5	8	30	17.95	0.35	10.2	2	1
K#14 (Firma B)	25.5	6	35	14.95	0.35	15.2	2	1
K#15 (Firma B)	20.5	8	36	11.95	0.35	20.2	2	1
K#16 (Firma B)	25.5	8	35	14.95	0.35	13.2	2	1

4. DENEY SONUÇLARI

4.1. Basınç Dayanımı Deney Sonuçları

4.1.1. K#01 ve K#09 kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımı deney sonuçları

K#01 ve K#09 katkıları ile üretilen harçların basınç dayanımı gelişimine bakıldığında dolomit kırma kumu kullanımı 3 günlük/28 günlük ve 7 günlük/28 günlük basınç dayanımı oranlarını artırmıştır. Dolomit kırma kumu kullanıldığında K#09 katkısı ile üretilen harçların 3 günlük/28 günlük ve 7 günlük/28 günlük basınç dayanımı oranları K#01 katkısı ile üretilen harçların 3 günlük/28 günlük ve 7 günlük/28 günlük basınç dayanımı oranlarına göre daha yüksektir. Deney sonuçlarına göre dolomit kırma kumu kullanımı erken dayanımları artırmaktadır. Katkılı harçlardaki tüm oranlar şahit harçtaki oranlardan daha yüksektir. Çizelge 4.1'de %100 standart kum kullanıldığında basınç dayanımı gelişimi, Çizelge 4.2'de ise %50 standart kum ile %50 dolomit kırma kumu kullanıldığında basınç dayanımı gelişimi verilmiştir.

Çizelge 4.1 %100 SK kullanılarak K#01 ve K#09 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak basınç dayanımı gelişimi

Karışım Kodu	BASINÇ DAYANIMI GELİŞİMİ (Oransal Olarak)		
	3 günlük/7 günlük	3 günlük/28 günlük	7 günlük/28 günlük
Şahit	0.50	0.28	0.56
K#01	0.65	0.49	0.75
K#09	0.55	0.41	0.75

Çizelge 4.2 %50 SK ile %50 DKK kullanılarak K#01 ve K#09 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak basınç dayanımı gelişimi

Karışım Kodu	BASINÇ DAYANIMI GELİŞİMİ (Oransal Olarak)		
	3 günlük/7 günlük	3 günlük/28 günlük	7 günlük/28 günlük
Şahit	0.45	0.33	0.73
K#01	0.73	0.58	0.80
K#09	0.80	0.80	1.00

4.1.2. K#02 ve K#10 kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımı deney sonuçları

Deney sonuçlar irdelendiğinde %100 standart kum kullanıldığında K#02 katkısı ile üretilen harcın 7 günlük/28 günlük basınç dayanımı oranı hariç diğer basınç dayanımı oranları şahit harcın basınç dayanımı oranlarından daha düşük olduğu görülmüştür. K#10 katkısı için tüm basınç dayanımı oranları şahit harcın basınç dayanımı oranlarından daha yüksektir. K#10 katkısı ile üretilen harcın basınç dayanımı oranları K#02 katkısı ile üretilen harcın basınç dayanımı oranlarından daha yüksektir. K#02 katkısı dolomit kırma kum kullanıldığında efektif çalışmamıştır. Çizelge 4.3'de %100 standart kum kullanıldığında basınç dayanımı gelişimi, Çizelge 4.4'de ise %50 standart kum ile %50 dolomit kırma kumu kullanıldığında ki basınç dayanımı gelişimi verilmiştir.

Çizelge 4.3 %100 SK kullanılarak K#02 ve K#10 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak basınç dayanımı gelişimi

Karışım Kodu	BASINÇ DAYANIMI GELİŞİMİ (Oransal Olarak)		
	3 günlük/7 günlük	3 günlük/28 günlük	7 günlük/28 günlük
Şahit	0.50	0.28	0.56

Çizelge 4.3 (devam) %100 SK kullanılarak K#02 ve K#10 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak basınç dayanımı gelişimi

Karışım Kodu	BASINÇ DAYANIMI GELİŞİMİ (Oransal Olarak)		
	K#02	0.42	0.26
K#10	0.61	0.52	0.85

Çizelge 4.4 %50 SK ile %50 DKK kullanılarak K#02 ve K#10 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak basınç dayanımı gelişimi

Karışım Kodu	BASINÇ DAYANIMI GELİŞİMİ (Oransal Olarak)		
	3 günlük/7 günlük	3 günlük/28 günlük	7 günlük/28 günlük
Şahit	0.45	0.33	0.73
K#02	0.32	0.14	0.44
K#10	0.86	0.68	0.78

4.1.3. K#03 ve K#11 kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımı deney sonuçları

Hem %100 standart kum kullanımında hem de %50 standart kum+%50 dolomit kırma kumu kullanımında katkılı harçlardaki basınç dayanımı oranları şahit harçtaki basınç dayanımı oranlarından daha yüksektir. Hem %100 standart kum kullanımında hem de %50 standart kum+%50 dolomit kırma kumu kullanımında K#03 katkısı için 3 günlük/28 günlük ve 7 günlük/28 günlük basınç dayanımı oranları K#11 katkısı için 3 günlük/28 günlük ve 7 günlük/28 günlük basınç dayanımı oranlarından daha yüksektir. Çizelge 4.5'de %100 standart kum kullanıldığında basınç dayanımı gelişimi, Çizelge 4.6'da ise %50 standart kum ile %50 dolomit kırma kumu kullanıldığında basınç dayanımı gelişimi verilmiştir.

Çizelge 4.5 %100 SK kullanılarak K#03 ve K#11 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak basınç dayanımı gelişimi

Karışım Kodu	BASINÇ DAYANIMI GELİŞİMİ (Oransal Olarak)		
	3 günlük/7 günlük	3 günlük/28 günlük	7 günlük/28 günlük
Şahit	0.50	0.28	0.56
K#03	0.85	0.80	0.94
K#11	0.96	0.60	0.63

Çizelge 4.6 %50 SK ile %50 DKK kullanılarak K#03 ve K#11 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak basınç dayanımı gelişimi

Karışım Kodu	BASINÇ DAYANIMI GELİŞİMİ (Oransal Olarak)		
	3 günlük/7 günlük	3 günlük/28 günlük	7 günlük/28 günlük
Şahit	0.45	0.33	0.73
K#03	0.69	0.66	0.95
K#11	0.80	0.63	0.78

4.1.4. K#04 ve K#12 kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımı deney sonuçları

Hem %100 standart kum kullanımında hem de %50 standart kum+%50 dolomit kırma kumu kullanımında K#12 katkısı için basınç dayanımı oranları K#04 katkısı için basınç dayanımı oranlarından daha yüksektir. Çizelge 4.7'de %100 standart kum kullanıldığında basınç dayanımı gelişimi, Çizelge 4.8'de ise %50 standart kum ile %50 dolomit kırma kumu kullanıldığında basınç dayanımı gelişimi verilmiştir.

Çizelge 4.7 %100 SK kullanılarak K#04 ve K#12 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak basınç dayanımı gelişimi

Karışım Kodu	BASINÇ DAYANIMI GELİŞİMİ		
	(Oransal Olarak)		
	3 günlük/7 günlük	3 günlük/28 günlük	7 günlük/28 günlük
Şahit	0.50	0.28	0.56
K#04	0.77	0.47	0.62
K#12	0.79	0.65	0.82

Çizelge 4.8 %50 SK ile %50 DKK kullanılarak K#04 ve K#12 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak basınç dayanımı gelişimi

Karışım Kodu	BASINÇ DAYANIMI GELİŞİMİ		
	(Oransal Olarak)		
	3 günlük/7 günlük	3 günlük/28 günlük	7 günlük/28 günlük
Şahit	0.45	0.33	0.73
K#04	0.72	0.51	0.70
K#12	0.93	0.72	0.77

4.1.5. K#05 ve K#13 kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımı deney sonuçları

%100 standart kum kullanımında K#13 katkısı için 3 günlük/28 günlük basınç dayanımı oranı K#05 katkısı için 3 günlük/28 günlük basınç dayanımı oranından daha yüksektir. Ancak 7 günlük/28 günlük basınç dayanımı oranı için bu davranış tam tersi şekilde gerçekleşmiştir. Dolomit kırma kumu kullanımında K#05 katkısı için 3 günlük/28 günlük basınç dayanımı oranı K#13 katkısı için 3 günlük/28 günlük basınç dayanımı oranından daha yüksektir. Ancak 7 günlük/28 günlük basınç dayanımı oranı için bu davranış tam tersi şekilde gerçekleşmiştir. Çizelge 4.9'da %100 standart kum

kullanıldığında basınç dayanımı gelişimi, Çizelge 4.10'da ise %50 standart kum ile %50 dolomit kırma kumu kullanıldığında basınç dayanımı gelişimi verilmiştir.

Çizelge 4.9 %100 SK kullanılarak K#05 ve K#13 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak basınç dayanımı gelişimi

Karışım Kodu	BASINÇ DAYANIMI GELİŞİMİ (Oransal Olarak)		
	3 günlük/7 günlük	3 günlük/28 günlük	7 günlük/28 günlük
Şahit	0.50	0.28	0.56
K#05	0.81	0.77	0.95
K#13	0.84	0.79	0.94

Çizelge 4.10 %50 SK ile %50 DKK kullanılarak K#05 ve K#13 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak basınç dayanımı gelişimi

Karışım Kodu	BASINÇ DAYANIMI GELİŞİMİ (Oransal Olarak)		
	3 günlük/7 günlük	3 günlük/28 günlük	7 günlük/28 günlük
Şahit	0.45	0.33	0.73
K#05	0.82	0.74	0.90
K#13	0.78	0.72	0.91

4.1.6. K#06 ve K#14 kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımı deney sonuçları

Hem %100 standart kum kullanılan numunelerde hem de dolomit kırma kum kullanılan numunelerde 3günlük/7günlük, 3günlük/28günlük ve 7günlük/28günlük basınç dayanımı oranları şahit numune basınç dayanımı oranlarından daha yüksektir. Hem %100 standart kum kullanımında hemde dolomit kırma kum kullanımında K#06 katkısı ile üretilen harçların 3günlük/7günlük basınç gelişimi oranı K#14 katkısı kullanılarak üretilen harçların dayanımından daha yüksek iken 3günlük/28günlük ve 7günlük/28günlük basınç dayanımı oranlarında durum tam tersidir. Çizelge 4.11'de %100 standart kum kullanıldığında basınç dayanımı gelişimi, Çizelge 4.12'de ise %50 standart kum ile %50 dolomit kırma kumu kullanıldığında basınç dayanımı gelişimi verilmiştir.

Çizelge 4.11 %100 SK kullanılarak K#06 ve K#14 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak basınç dayanımı gelişimi

Karışım Kodu	BASINÇ DAYANIMI GELİŞİMİ (Oransal Olarak)		
	3 günlük/7 günlük	3 günlük/28 günlük	7 günlük/28 günlük
Şahit	0.50	0.28	0.56
K#06	0.85	0.66	0.78
K#14	0.76	0.69	0.91

Çizelge 4.12 %50 SK ile %50 DKK kullanılarak K#06 ve K#14 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak basınç dayanımı gelişimi

Karışım Kodu	BASINÇ DAYANIMI GELİŞİMİ (Oransal Olarak)		
	3 günlük/7 günlük	3 günlük/28 günlük	7 günlük/28 günlük
Şahit	0.45	0.33	0.73
K#06	0.82	0.68	0.84
K#14	0.81	0.80	0.99

4.1.7. K#07 ve K#15 kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımı deney sonuçları

Hem %100 standart kum kullanılan numunelerde hemde dolomit kırma kum kullanılan numunelerde 3günlük/7günlük, 3günlük/28günlük ve 7günlük/28günlük basınç dayanımı oranları şahit numune basınç dayanımı oranlarından daha yüksektir. K#07 katkısı ile üretilen harçlarda 3günlük/7günlük ve 3günlük/28günlük basınç dayanımı oranları K#15 katkısı ile üretilen harçların basınç dayanımı oranından daha yüksek iken 7günlük/28günlük basınç dayanımı oranında K#15 katkısı ile üretilen harçların basınç dayanımı oranı daha yüksektir. Dolomit kırma kum kullanımında K#15 katkısı ile üretilen harçların 3günlük/7günlük basınç dayanımı oranı K#07 katkısı kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımı oranından yüksek iken 7günlük/28günlük basınç dayanımı oranında durum tam tersidir. İki katkısında 3günlük/28günlük basınç dayanımı oranı aynıdır. Çizelge 4.13'de %100 standart kum kullanıldığında basınç dayanımı gelişimi, Çizelge 4.14'de ise %50 standart kum ile %50 dolomit kırma kumu kullanıldığında basınç dayanımı gelişimi verilmiştir.

Çizelge 4.13 % 100 SK kullanılarak K#07 ve K#15 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak basınç dayanımı gelişimi

Karışım Kodu	BASINÇ DAYANIMI GELİŞİMİ (Oransal Olarak)		
	3 günlük/7 günlük	3 günlük/28 günlük	7 günlük/28 günlük
Şahit	0.50	0.28	0.56
K#07	0.96	0.71	0.74
K#15)	0.96	0.65	0.82

Çizelge 4.14 %50 SK ile %50 DKK kullanılarak K#07 ve K#15 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak basınç dayanımı gelişimi

Karışım Kodu	BASINÇ DAYANIMI GELİŞİMİ (Oransal Olarak)		
	3 günlük/7 günlük	3 günlük/28 günlük	7 günlük/28 günlük
Şahit	0.45	0.33	0.73
K#07	0.88	0.72	0.83
K#15	0.87	0.72	0.77

4.1.8. K#08 ve K#16 kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımı deney sonuçları

Hem %100 standart kum kullanılan numunelerde hem de dolomit kırma kum kullanılan numunelerde 3günlük/7günlük, 3günlük/28günlük ve 7günlük/28günlük basınç dayanımı oranları şahit numune basınç dayanımı oranlarından daha yüksektir. %100 standart kum kullanımı ile üretilen harçlarda K#16 katkısının 3günlük/7günlük basınç dayanımı oranı K#08 katkısı ile üretilen harçların basınç dayanımı oranından yüksek iken 7günlük/28günlük basınç dayanımı oranından durum tersi yönde seyretmiştir. 3günlük/28günlük basınç dayanımı oranı ise K#08 ve K#16 için aynıdır.

Dolomit kırma kumu kullanımında K#08 katkısının 3günlük/7günlük, 3günlük/28günlük ve 7günlük/28günlük basınç dayanımı oranları K#16 katkısı ile üretilen harçların basınç dayanımı oranlarında daha yüksektir. Çizelge 4.15'de %100 standart kum kullanıldığında basınç dayanımı gelişimi, Çizelge 4.16'da ise %50 standart kum ile %50 dolomit kırma kumu kullanıldığında basınç dayanımı gelişimi verilmiştir.

Çizelge 4.15 %100 SK kullanılarak K#08 ve K#16 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak basınç dayanımı gelişimi

Karışım Kodu	BASINÇ DAYANIMI GELİŞİMİ (Oransal Olarak)		
	3 günlük/7 günlük	3 günlük/28 günlük	7 günlük/28 günlük
Şahit	0.50	0.28	0.56
K#08	0.59	0.47	0.80
K#16	0.61	0.47	0.78

Çizelge 4.16 %50 SK ile %50 DKK kullanılarak K#08 ve K#16 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak basınç dayanımı gelişimi

Karışım Kodu	BASINÇ DAYANIMI GELİŞİMİ (Oransal Olarak)		
	3 günlük/7 günlük	3 günlük/28 günlük	7 günlük/28 günlük
Şahit	0.45	0.33	0.73
K#08	0.71	0.64	0.90
K#16	0.67	0.50	0.74

4.2. Eğilme Dayanımı Deney Sonuçları

4.2.1. K#01 ve K#09 kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımı deney sonuçları

K#09 katkısı ile üretilen harcın 3 günlük/28 günlük ve 7 günlük/28 günlük basınç dayanımı oranları hem %100 standart kullanımında hem de %50 standart kum+%50 dolomit kırma kumu kullanımında K#01 katkısı ile üretilen harcın 3 günlük/28 günlük ve 7günlük/28 günlük basınç dayanımı oranlarından daha yüksektir. Özellikle K#09 katkısı dolomit kırma kumu ile daha efektif çalışmış ve erken dayanımları 28 günlük dayanıma yakın çıkmıştır. Katkılı harçlardaki tüm oranlar şahit harçtaki oranlardan daha yüksektir. Çizelge 4.17'de %100 standart kum kullanıldığında eğilme dayanımı gelişimi, Çizelge 4.18'de ise %50 standart kum ile %50 dolomit kırma kumu kullanıldığı durumda eğilme dayanımı gelişimi verilmiştir.

Çizelge 4.17 %100 SK kullanılarak K#01 ve K#09 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak eğilme dayanımı gelişimi

Karışım Kodu	EĞİLME DAYANIMI GELİŞİMİ (Oransal Olarak)		
	3 günlük/7 günlük	3 günlük/28 günlük	7 günlük/28 günlük
Şahit	0.59	0.52	0.89
K#01	0.84	0.79	0.95
K#09	0.85	0.84	0.99

Çizelge 4.18 %50 SK ile %50 DKK kullanılarak K#01 ve K#09 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak eğilme dayanımı gelişimi

Karışım Kodu	EĞİLME DAYANIMI GELİŞİMİ (Oransal Olarak)		
	3 günlük/7 günlük	3 günlük/28 günlük	7 günlük/28 günlük
Şahit	0.75	0.70	0.93
K#01	0.80	0.75	0.94
K#09	0.96	0.96	1.00

4.2.2. K#02 ve K#10 kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımı deney sonuçları

K#10 katkısı için dolomit kırma kum kullanımı gerçekleştirildiğinde 3 günlük/28 günlük ve 7 günlük/28 günlük eğilme dayanımı oranları birbirine çok yakındır. Hem % 100 standart kum hem de %50 standart kum+%50 dolomit kırma kumu kullanımında K#10 katkısı için eğilme dayanımı oranları K#02 katkısı için eğilme dayanımı oranlarından daha yüksektir. Çizelge 4.19'da %100 standart kum kullanıldığında eğilme dayanımı gelişimi, Çizelge 4.20'de ise %50 standart kum ile %50 dolomit kırma kumu kullanıldığında eğilme dayanımı gelişimi verilmiştir.

Çizelge 4.19 %100 SK kullanılarak K#02 ve K#10 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak eğilme dayanımı gelişimi

Karışım Kodu	EĞİLME DAYANIMI GELİŞİMİ (Oransal Olarak)		
	3 günlük/7 günlük	3 günlük/28 günlük	7 günlük/28 günlük
Şahit	0.59	0.52	0.89
K#02	0.73	0.53	0.72
K#10	0.87	0.77	0.88

Çizelge 4.20 %50 SK ile %50 DKK K#02 ve K#10 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak eğilme dayanımı gelişimi

Karışım Kodu	EĞİLME DAYANIMI GELİŞİMİ (Oransal Olarak)		
	3 günlük/7 günlük	3 günlük/28 günlük	7 günlük/28 günlük
Şahit	0.75	0.70	0.93
K#02	0.61	0.35	0.56
K#10	0.98	0.84	0.85

4.2.3. K#03 ve K#11 kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımı deney sonuçları

Eğilme dayanımı oranlarına bakıldığında %100 standart kum kullanımında K#03 katkısı için eğilme dayanımı oranları K#11 katkısı için eğilme dayanımı oranlarından daha yüksektir. Ancak bu durum dolomit kırma kumu kullanıldığında tam tersi şekilde gelişmiştir. Çizelge 4.21'de %100 standart kum kullanıldığında eğilme dayanımı gelişimi, Çizelge 4.22'de ise %50 standart kum ile %50 dolomit kırma kumu kullanıldığında eğilme dayanımı gelişimi verilmiştir.

Çizelge 4.21 %100 SK kullanılarak K#03 ve K#11 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak eğilme dayanımı gelişimi

Karışım Kodu	EĞİLME DAYANIMI GELİŞİMİ (Oransal Olarak)		
	3 günlük/7 günlük	3 günlük/28 günlük	7 günlük/28 günlük
Şahit	0.59	0.52	0.89
K#03	0.95	0.92	0.97
K#11	0.91	0.81	0.88

Çizelge 4.22 %50 SK ile %50 DKK kullanılarak K#03 ve K#11 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak eğilme dayanımı gelişimi

Karışım Kodu	EĞİLME DAYANIMI GELİŞİMİ (Oransal Olarak)		
	3 günlük/7 günlük	3 günlük/28 günlük	7 günlük/28 günlük
Şahit	0.75	0.70	0.93
K#03	0.96	0.88	0.91
K#11	0.96	0.92	0.95

4.2.4. 4.2.4. K#04 ve K#12 kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımı deney sonuçları

Hem %100 standart kum kullanımında hem de %50 standart kum+%50 dolomit kırma kumu kullanımında K#12 katkısı için eğilme dayanımı oranları K#04 katkısı için eğilme dayanımı oranlarından daha yüksektir. Hem şahit hem de katkılı harçların 7 günlük/28 günlük eğilme dayanımı oranları birbirine yakın çıkmıştır. Çizelge 4.23'de %100 standart kum kullanıldığında eğilme dayanımı gelişimi, Çizelge 4.24'de ise %50 standart kum ile %50 dolomit kırma kumu kullanıldığında eğilme dayanımı gelişimi verilmiştir.

Çizelge 4.23 %100 SK kullanılarak K#04 ve K#12 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak eğilme dayanımı gelişimi

Karışım Kodu	EĞİLME DAYANIMI GELİŞİMİ (Oransal Olarak)		
	3 günlük/7 günlük	3 günlük/28 günlük	7 günlük/28 günlük
Şahit	0.59	0.52	0.89
K#04	0.88	0.76	0.87
K#12	0.89	0.81	0.92

Çizelge 4.24 %50 SK ile %50 DKK kullanılarak K#04 ve K#12 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak eğilme dayanımı gelişimi

Karışım Kodu	EĞİLME DAYANIMI GELİŞİMİ (Oransal Olarak)		
	3 günlük/7 günlük	3 günlük/28 günlük	7 günlük/28 günlük
Şahit	0.75	0.70	0.93
K#04	0.69	0.64	0.93
K#12	0.87	0.81	0.94

4.2.5. K#05 ve K#13 kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımı deney sonuçları

%100 standart kum kullanımında K#13 katkısı için 3 günlük/28 günlük ve 7 günlük/28 günlük eğilme dayanımı oranları K#05 katkısı için 3 günlük/28 günlük ve 7 günlük/28 günlük eğilme dayanımı oranlarından daha yüksektir. Dolomit kırma kumu kullanımında hem K#05 katkısı hem de K#13 katkısı için 3 günlük/28 günlük eğilme dayanımı oranı aynıdır. K#13 katkısı için 7 günlük/28 günlük eğilme dayanımı oranı K#05 katkısı için 7 günlük/28 günlük eğilme dayanımı oranından daha yüksektir. Çizelge 4.25'de %100 standart kum kullanıldığında eğilme dayanımı gelişimi, Çizelge 4.26'da ise %50 standart kum ile %50 dolomit kırma kumu kullanıldığında eğilme dayanımı gelişimi verilmiştir.

Çizelge 4.25 %100 SK kullanılarak K#05 ve K#13 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak eğilme dayanımı gelişimi

Karışım Kodu	EĞİLME DAYANIMI GELİŞİMİ (Oransal Olarak)		
	3 günlük/7 günlük	3 günlük/28 günlük	7 günlük/28 günlük
Şahit	0.59	0.52	0.89
K#05	0.85	0.76	0.89
K#13	0.85	0.79	0.93

Çizelge 4.26 %50 SK ile %50 DKK kullanılarak K#04 ve K#12 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak eğilme dayanımı gelişimi

Karışım Kodu	EĞİLME DAYANIMI GELİŞİMİ (Oransal Olarak)		
	3 günlük/7 günlük	3 günlük/28 günlük	7 günlük/28 günlük
Şahit	0.75	0.70	0.93
K#05	0.91	0.71	0.79
K#13	0.88	0.71	0.81

4.2.6. K#06 ve K#14 kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımı deney sonuçları

%100 standart kum kullanımında K#14 katkısı için 3günlük/28 günlük ve 7 günlük/28 günlük eğilme dayanımı oranları K#06 katkısı için 3 günlük/28 günlük ve 7 günlük/28 günlük eğilme dayanımı oranlarından daha yüksektir. Dolomit kırma kumu kullanımında 3günlük/28 günlük ve 7 günlük/28 günlük eğilme dayanımı oranları K#06 katkısı için 3 günlük/28 günlük ve 7 günlük/28 günlük eğilme dayanımı oranlarından daha yüksektir. Çizelge 4.27'de %100 standart kum kullanıldığında eğilme dayanımı gelişimi, Çizelge 4.28'de ise %50 standart kum ile %50 dolomit kırma kumu kullanıldığında eğilme dayanımı gelişimi verilmiştir.

Çizelge 4.27 %100 SK kullanılarak K#06 ve K#14 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak eğilme dayanımı gelişimi

Karışım Kodu	EĞİLME DAYANIMI GELİŞİMİ (Oransal Olarak)		
	3 günlük/7 günlük	3 günlük/28 günlük	7 günlük/28 günlük
Şahit	0.59	0.52	0.89
K#06	0.90	0.74	0.82
K#14	0.82	0.81	0.99

Çizelge 4.28 %50 SK ile %50 DKK kullanılarak K#06 ve K#14 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak eğilme dayanımı gelişimi

Karışım Kodu	EĞİLME DAYANIMI GELİŞİMİ (Oransal Olarak)		
	3 günlük/7 günlük	3 günlük/28 günlük	7 günlük/28 günlük
Şahit	0.75	0.70	0.93
K#06	0.91	0.80	0.88
K#14	0.89	0.87	0.98

4.2.7. K#07 ve K#15 kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımı deney sonuçları

%100 standart kum kullanımında K#15 katkısı için 3günlük/28 günlük ve 7 günlük/28 günlük eğilme dayanımı oranları K#07 katkısı için 3 günlük/28 günlük ve 7 günlük/28 günlük eğilme dayanımı oranlarından daha yüksektir. 3 günlük/7günlük eğilme dayanımı oranları ise eşittir. Dolomit kırma kumu kullanımında 3günlük/7günlük eğilme dayanımı oranları eşittir, 3günlük/7günlük eğilme dayanımı değeri K#15 için daha yüksektir. 3günlük/28günlük ve 7günlük/28günlük eğilme dayanımı değerleri

K#07 için daha yüksektir. Çizelge 4.29'da %100 standart kum kullanıldığında eğilme dayanımı gelişimi, Çizelge 4.30'da ise %50 standart kum ile %50 dolomit kırma kumu kullanıldığında eğilme dayanımı gelişimi verilmiştir.

Çizelge 4.29 %100 SK kullanılarak K#07 ve K#15 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak eğilme dayanımı gelişimi

Karışım Kodu	EĞİLME DAYANIMI GELİŞİMİ (Oransal Olarak)		
	3 günlük/7 günlük	3 günlük/28 günlük	7 günlük/28 günlük
Şahit	0.59	0.52	0.89
K#07	0.82	0.64	0.79
K#15	0.82	0.70	0.85

Çizelge 4.30 %50 SK ile %50 DKK kullanılarak K#07 ve K#15 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak eğilme dayanımı gelişimi

Karışım Kodu	EĞİLME DAYANIMI GELİŞİMİ (Oransal Olarak)		
	3 günlük/7 günlük	3 günlük/28 günlük	7 günlük/28 günlük
ŞAHİT	0.75	0.70	0.93
K#07	0.82	0.77	0.94
K#15	0.82	0.76	0.93

4.2.8. K#08 ve K#16 kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımı deney sonuçları

%100 standart kum kullanımında ve dolomit kırma kum kullanımında K#16 katkısı için 3günlük/28 günlük ve 7 günlük/28 günlük eğilme dayanımı oranları K#08 katkısı için 3 günlük/28 günlük ve 7 günlük/28 günlük eğilme dayanımı oranlarından daha

yüksektir fakat 3günlük/7günlük eğilme dayanımı oranı Katkı16'nın 3günlük/7günlük eğilme dayanımı oranından küçüktür. Çizelge 4.31'de %100 standart kum kullanıldığında eğilme dayanımı gelişimi, Çizelge 4.32'de ise %50 standart kum ile %50 dolomit kırma kumu kullanıldığında eğilme dayanımı gelişimi verilmiştir.

Çizelge 4.31 %100 SK kullanılarak K#08 ve K#16 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak eğilme dayanımı gelişimi

Karışım Kodu	EĞİLME DAYANIMI GELİŞİMİ (Oransal Olarak)		
	3 günlük/7 günlük	3 günlük/28 günlük	7 günlük/28 günlük
Şahit	0.59	0.52	0.89
K#08	0.82	0.67	0.81
K#16	0.80	0.77	0.96

Çizelge 4.32 %50 SK ile %50 DKK kullanılarak K#08 ve K#16 katkıları ile üretilen harçların oransal olarak eğilme dayanımı gelişimi

Karışım Kodu	EĞİLME DAYANIMI GELİŞİMİ (Oransal Olarak)		
	3 günlük/7 günlük	3 günlük/28 günlük	7 günlük/28 günlük
Şahit	0.75	0.70	0.93
K#08	0.87	0.68	0.78
K#16	0.77	0.72	0.93

4.3. Sülfat Deneyi

4.3.1. Sülfat deneyi sonrası basınç dayanımı test sonuçları

Sülfat deneyi sonrasında dolomit kırma kum kullanımında;

- 3 günlük/7günlük basınç dayanımı sonuçları değerlendirildiğinde K#07 katkısı ile üretilen harçların performansı şahit numunenin üzerinde iken K#01, K#04, K#11, K#16 katkısı ile üretilen harçların performansı şahit numunenin altında kalmıştır.
- 3 günlük/28 günlük basınç dayanımı sonuçları değerlendirildiğinde K#01 ve K#07 katkısı kullanılarak üretilen harçların performansının şahit numunenin performansının üzerinde iken K#04, K#11 ve K#16 katkıları ile üretilen harçların performansının şahit numunenin performansının altında kaldığı görülmüştür.
- 7 günlük/28 günlük basınç dayanımı sonuçları değerlendirildiğinde K#01 ve K#16 katkısı kullanılarak üretilen harçların performansının şahit numunenin performansı üzerinde iken K#04, K#07 ve K#11 katkıları ile üretilen harçların performansları şahit numunenin performansının altında kaldığı görülmüştür.

Sülfat deneyi sonrası basınç dayanımı gelişimi oransal olarak Çizelge 4.33'de verilmiştir.

Çizelge 4.33 Sülfat deneyi sonrası basınç dayanımı gelişimi (oransal olarak)

Karışım Kodu	SÜLFAT DENEYİ SONRASI BASINÇ DAYANIMI GELİŞİMİ (Oransal Olarak)		
	3 günlük/7 günlük	3 günlük/28 günlük	7 günlük/28 günlük
Şahit	0.81	0.71	0.87
K#01	0.72	0.77	1.07
K#04	0.75	0.58	0.77
K#07	0,90	0,78	0,86
K#11	0,73	0,51	0,71
K#16	0,64	0,60	0,94

4.3.2. Sülfat deneyi sonrası eğilme dayanımı test sonuçları

Sülfat deneyi sonrasında dolomit kırma kum kullanımında;

- 3 günlük/7 günlük eğilme dayanımı sonuçları değerlendirildiğinde K#01, K#04, K#07 ve K#16 katkısı ile üretilen harçların performansı şahit

numunenin üzerinde iken K#11 katkısı ile üretimi yapılan harçların performansı şahit numunenin altında kalmıştır.

- 3 günlük/28 günlük eğilme dayanımı sonuçları değerlendirildiğinde K#04 ve K#07 katkısı kullanılarak üretilen harçların performansının şahit numunenin performansının üzerinde iken K#01, K#11 ve K#16 katkıları ile üretilen harçların performansının şahit numunenin performansının altında kaldığı görülmüştür.
- 7 günlük/28 günlük basınç dayanımı sonuçları değerlendirildiğinde şahit numunenin performansı üzerinde sonuç veren bir katkı olmamıştır. Tüm numunelerin performansı şahit numunenin performansının altındadır.

Sülfat deneyi sonrası eğilme dayanımı gelişimi oransal olarak Çizelge 4.34'de verilmiştir.

Çizelge 4.34 Sülfat deneyi sonrası eğilme dayanımı gelişimi (oransal olarak)

Karışım Kodu	SÜLFAT DENEYİ SONRASI EĞİLME DAYANIMI GELİŞİMİ (Oransal Olarak)		
	3 günlük/7 günlük	3 günlük/28 günlük	7 günlük/28 günlük
Şahit	0.77	0.68	0.88
K#01	0.81	0.65	0.80
K#04	1.09	0.86	0.79
K#07	0,86	0,73	0,85
K#11	0,76	0,63	0,83
K#16	0,88	0,63	0,72



5. DENEY SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

5.1. Basınç dayanımı Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi

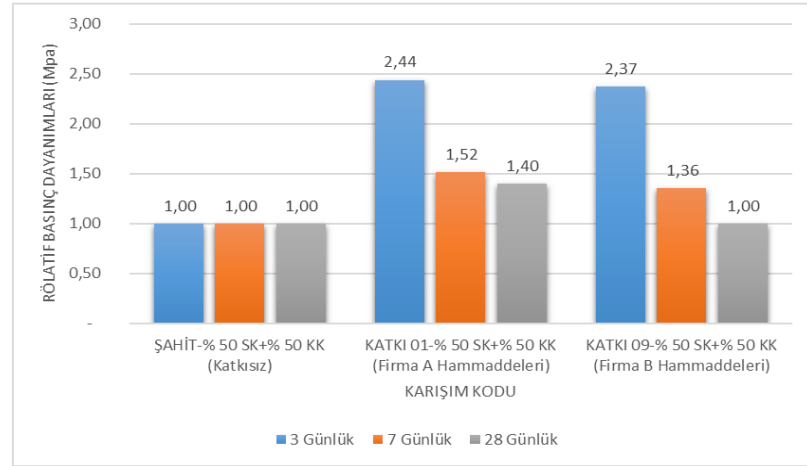
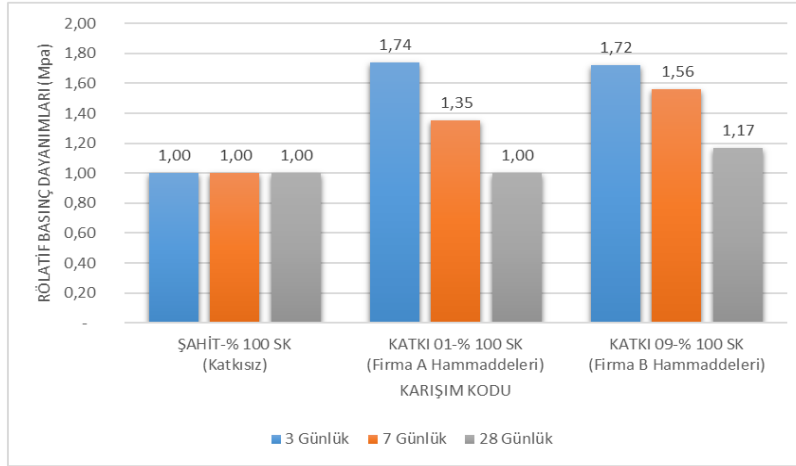
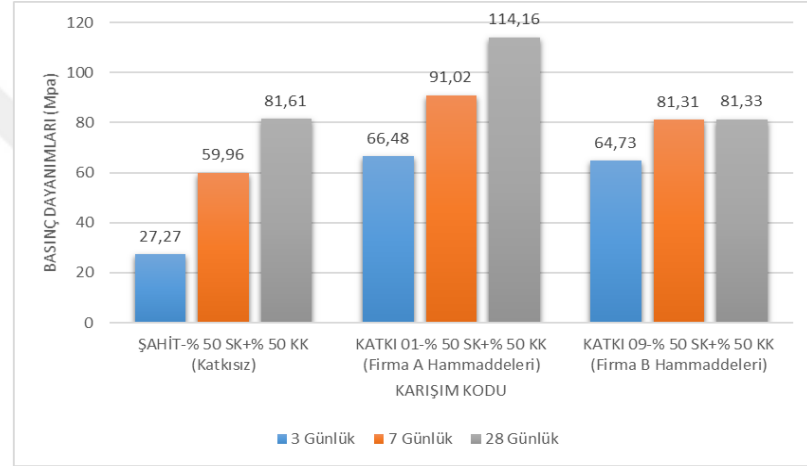
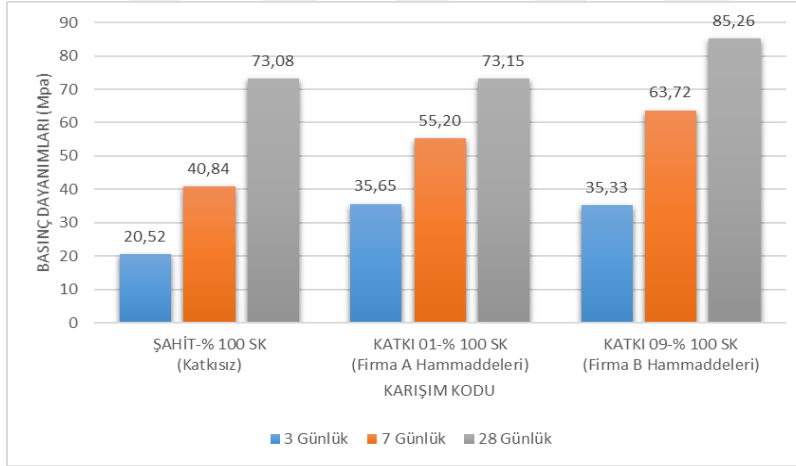
5.1.1. K#01 ve K#09 kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımlarının değerlendirilmesi

%100 standart kum ile üretilen harçlarda K#01 katkısı ve K#09 katkısı ile üretilen harçların 3, 7 ve 28 günlük basınç dayanımları şahit harcın 3, 7 ve 28 günlük basınç dayanımlarından daha yüksektir. K#01 katkısı ile üretilen harcın 3 günlük basınç dayanımı K#09 katkısı ile üretilen harcın 3 günlük basınç dayanımından daha yüksektir. Ancak K#01 katkısı ile üretilen harcın 7 ve 28 günlük basınç dayanımları K#09 katkısı ile üretilen harcın 7 ve 28 günlük basınç dayanımlarından daha düşüktür. K#01 katkısı ile üretilen harcın 3 günlük basınç dayanımları K#09 katkısı ile üretilen harcın 3 günlük basınç dayanımlarından daha yüksektir. Katkılı harçların 3 ve 7 günlük basınç dayanımları şahit harcın 3 ve 7 günlük basınç dayanımlarından daha yüksektir. 28 günlük sonuçlara bakıldığında ise K#09 katkısı ile üretilen harcın basınç dayanımı hem şahit hem de K#01 katkısı ile üretilen harcın basınç dayanımına oranla daha yüksek çıkmıştır.

Hem tamamen standart kum hem de dolomit kırma kumu kullanıldığında basınç dayanımları şahite oranla daha yüksek çıkmıştır. K#01 katkısı standart kum ile birlikte çalıştığında K#09 katkısına göre erken dayanım yüksek, sonraki dayanımlar ise K#09 katkısına göre düşüktür. Dolomit kırma kum kullanıldığında K#01 katkısı tüm dayanımlarda yüksek performans sergilemiştir. Ancak K#09 katkısı kullanıldığında 28 günlük sonucun şahit harcın 28 günlük sonucundan daha düşük çıktığı görülmüştür. Katkılı harçların basınç dayanımı gelişimi dolomit kırma kum kullanıldığında daha yüksektir.

%100 standart kum ile üretilen harçlarda K#01 katkısı ile üretilen harcın 3 ve 7 günlük rölatif basınç dayanımı şahit harcın 3 ve 7 günlük rölatif basınç dayanımından daha yüksektir. K#01 katkısı ile üretilen harcın 28 günlük rölatif basınç dayanımı şahit harcın 28 günlük rölatif basınç dayanımı ile aynıdır. K#09 katkısı ile üretilen harcın 3, 7 ve 28 günlük basınç dayanımı şahit harcın 3, 7 ve 28 günlük basınç dayanımından

daha yüksektir. K#01 katkısı ile K#09 katkısı karşılaştırıldığında K#01 katkısı ile üretilen harcın 3 günlük rölatif basınç dayanımının K#09 katkısı ile üretilen harcın 3 günlük rölatif basınç dayanımından daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Ancak 7 ve 28 günlük sonuçlar ele alındığında K#01 katkısı ile üretilen harcın rölatif basınç dayanımlarının K#09 katkısı ile üretilen harcın rölatif basınç dayanımlarından daha düşük olduğu görülmüştür. Katkılı harçlarda yaş arttıkça rölatif basınç dayanımı azalmıştır. %50 standart kum ve %50 dolomit kırma kumu ile üretilen harçlarda K#01 katkısı ve K#09 katkısı ile üretilen harçların 3 ve 7 günlük rölatif basınç dayanımları şahit harcın 3 ve 7 günlük basınç dayanımlarından daha yüksektir. K#01 katkısı ile üretilen harcın 28 günlük rölatif basınç dayanımı hem şahit harcın hem de K#09 katkısı ile üretilen harcın 28 günlük rölatif basınç dayanımından daha yüksektir. K#09 katkısı ile üretilen harcın 28 günlük rölatif basınç dayanımı ile şahit harcın 28 günlük rölatif basınç dayanımı aynıdır. K#01 katkısı dolomit kırma kumla beraber çalıştığında erken rölatif basınç dayanımlarının yüksek olduğu görülmektedir. %100 standart kum ve %50 standart kum + %50 dolomit kırma kum ile K#01 ve K#09 kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımı ve rölatif basınç dayanımı Şekil 5.1'de grafik halinde verilmiştir.



Şekil 5.1 %100 SK & %50 SK + %50 DKK ile K#01 ve K#09 kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımı ve rölatif basınç dayanımı

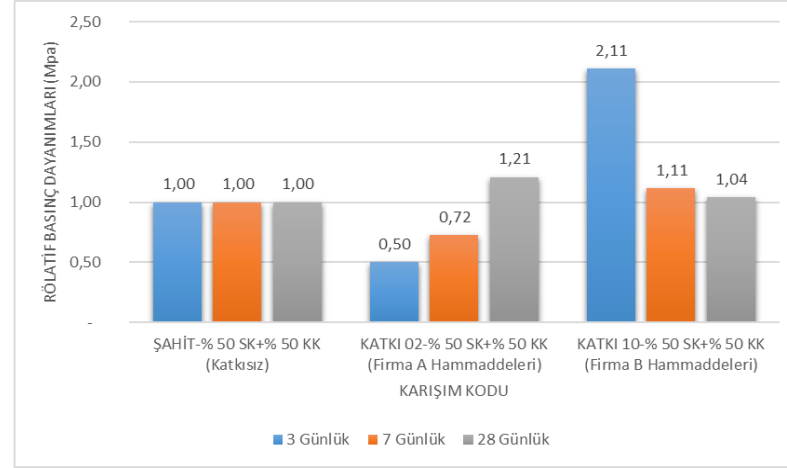
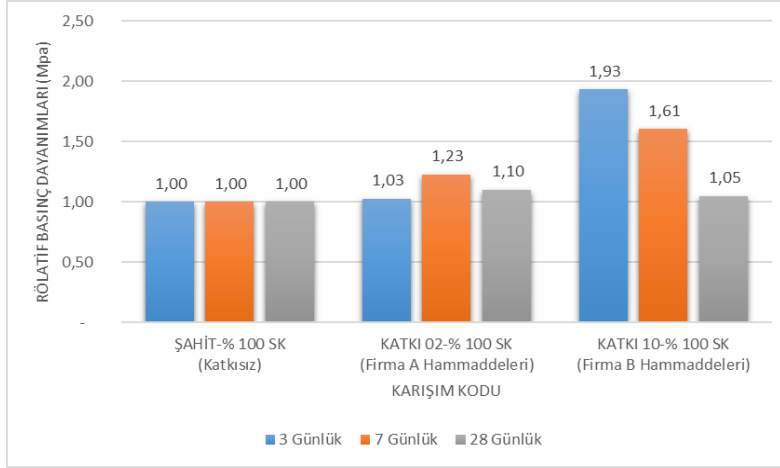
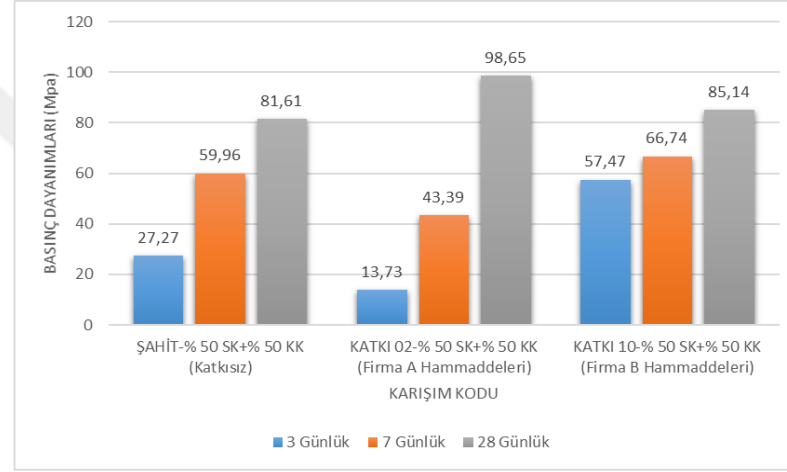
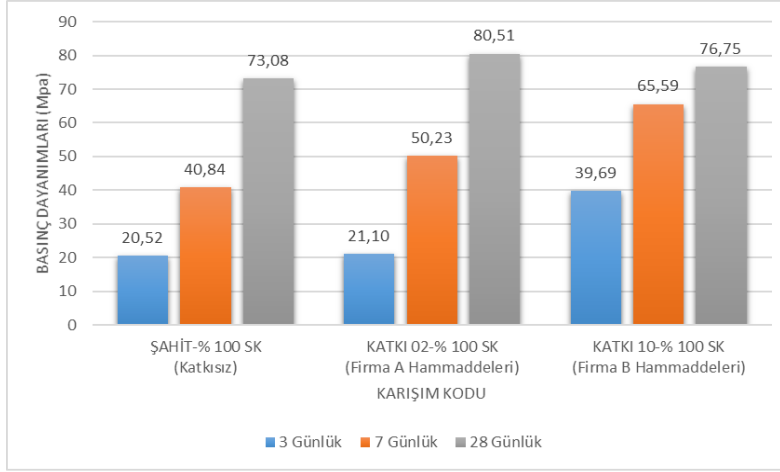
5.1.2. K#02 ve K#10 kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımlarının değerlendirilmesi

%100 standart kum ile üretilen harçlarda K#02 katkısı ve K#10 katkısı ile üretilen harçların 3, 7 ve 28 günlük basınç dayanımları şahit harcın 3, 7 ve 28 günlük basınç dayanımlarından daha yüksektir. K#02 ve K#10 katkıları karşılaştırıldığında K#02 katkısı ile üretilen harcın 3 ve 7 günlük basınç dayanımlarının K#10 katkısı ile üretilen harcın 3 ve 7 günlük basınç dayanımlarına oranla daha düşük olduğu görülmüştür. Ancak K#02 katkısı ile üretilen harcın 28 günlük basınç dayanımı K#10 katkısı ile üretilen harcın 28 günlük basınç dayanımından daha yüksek çıkmıştır. %50 standart kum ve %50 dolomit kırma kumu ile üretilen harçlarda K#10 katkısı ile üretilen harcın 3, 7 ve 28 günlük basınç dayanımları şahit harcın 3, 7 ve 28 günlük basınç dayanımlarından daha yüksek olduğu görülmüştür. K#02 katkısı ile üretilen harcın 3 günlük basınç dayanımı oldukça düşüktür. Ancak 28 günlük basınç dayanımı ise en yüksek basınç dayanımıdır. Bu beklenen bir sonuç olmayıp sebebi katkı dizaynı, hammadde kalitesi, hammaddelerin agrega ile uyumu vb. gösterilebilir. Dolomit kırma kumu kullanımı basınç dayanımlarını artırmıştır. K#10 katkısı basınç dayanımı gelişimi incelendiğinde dolomit kırma kumu daha iyi performans göstermiştir.

%100 standart kum ile üretilen harçlarda katkılı harçların rölatif basınç dayanımları şahit harcın rölatif basınç dayanımlarına oranla daha yüksek çıkmıştır. K#02 katkısı ile K#10 katkısı karşılaştırıldığında K#02 katkısı ile üretilen harcın 3 ve 7 günlük rölatif basınç dayanımının K#10 katkısı ile üretilen harcın 3 ve 7 günlük rölatif basınç dayanımına oranla daha düşük olduğu gözlenmiştir. Ancak K#02 katkısı ile üretilen harcın 28 günlük rölatif basınç dayanımı K#10 katkısı ile üretilen harcın 28 günlük rölatif basınç dayanımından daha yüksektir. Katkılı harçlarda yaş arttıkça rölatif basınç dayanımı azalmıştır. %50 standart kum ve %50 dolomit kırma kumu ile üretilen harçlarda sonuçlara bakıldığında K#10 katkısı ile üretilen harcın 3, 7 ve 28 günlük rölatif basınç dayanımlarının şahit harcın 3, 7 ve 28 günlük rölatif basınç dayanımlarından daha yüksek olduğu gözlenmiştir. K#10 katkısı ile üretilen harcın 3 ve 7 günlük rölatif basınç dayanımları K#02 katkısı ile üretilen harcın 3 ve 7 günlük rölatif basınç dayanımlarından daha yüksektir. Ancak 28 günlük sonuçlarda ise K#02 katkısı ile üretilen harcın rölatif basınç dayanımının K#10 katkısı ile üretilen harcın rölatif basınç dayanımından daha yüksek olduğu görülmektedir. K#02 katkısı ile üretilen harcın rölatif basınç dayanımlarına bakıldığında yaş arttıkça rölatif basınç

dayanımları artmıştır. K#10 katkısı ile üretilen harcın rölatif basınç dayanımlarına bakıldığında yaş arttıkça rölatif basınç dayanımları azalmıştır. K#02 katkısının bu şekilde bir davranış göstermesinin nedenlerini anlayabilmek için katkı detaylı analizleri yapılmalı, ayrıca bu katkı ile üretilen harç numunelerinde taramalı elektron mikroskobu analizleri yapılmalı ve mikroyapısal özellikler detaylı olarak incelenmelidir. %100 standart kum ve %50 standart kum + %50 dolomit kırma kum ile K#02 ve K#10 kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımı ve rölatif basınç dayanımı Şekil 5.2'de grafik halinde verilmiştir.



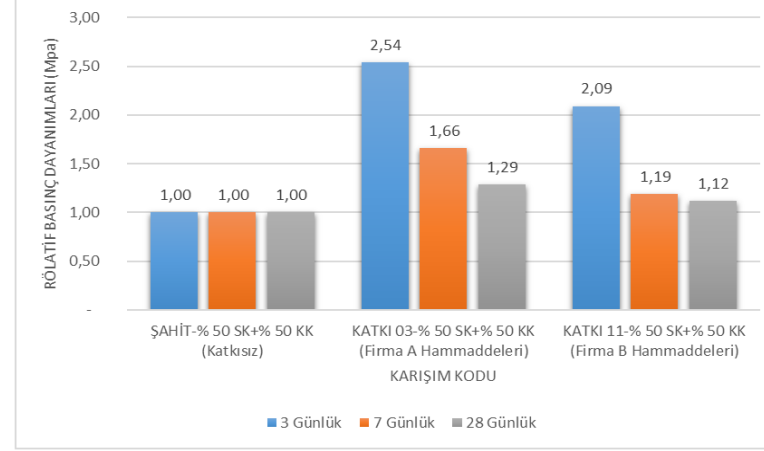
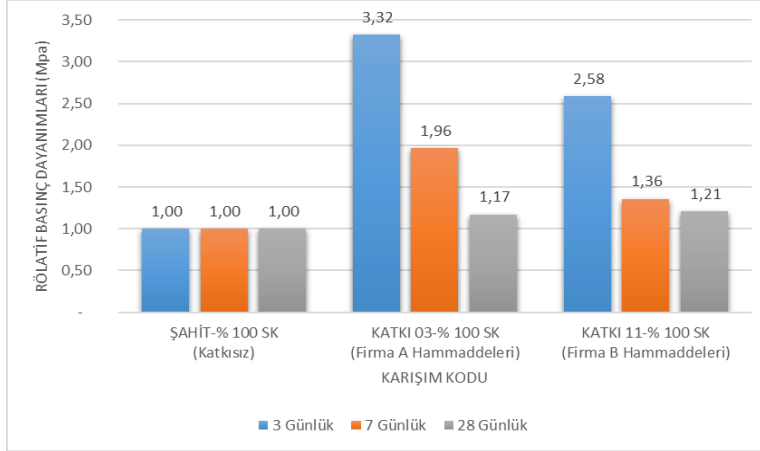
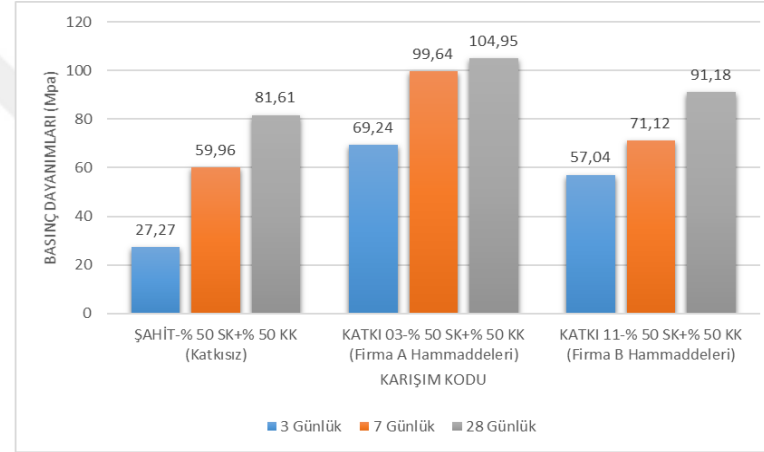
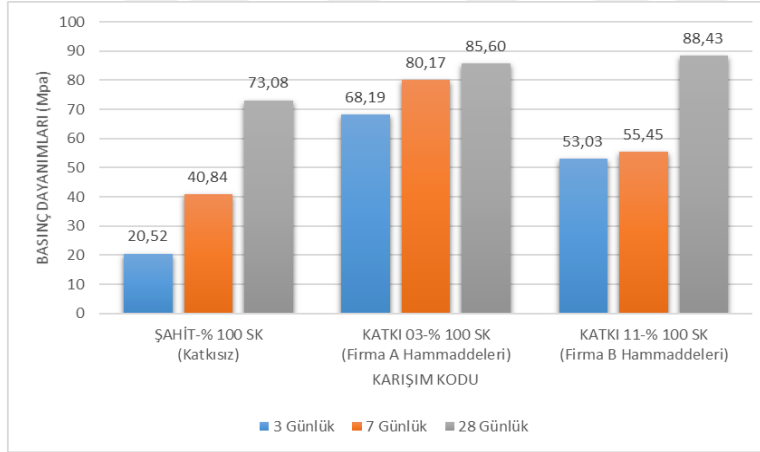


Şekil 5.2 %100 SK & %50 SK + %50 DKK ile K#02 ve K#10 kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımı ve rölatif basınç dayanımı

5.1.3. K#03 ve K#11 kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımlarının değerlendirilmesi

%100 standart kum ile üretilen harçlarda katkılı harçların basınç dayanımları şahit harcın basınç dayanımlarından daha yüksektir. K#03 katkısı ile üretilen harcın 3 ve 7 günlük basınç dayanımı K#11 katkısı ile üretilen harcın 3 ve 7 günlük basınç dayanımından daha yüksektir. Ancak K#03 katkısı ile üretilen harcın 28 günlük basınç dayanımı K#11 katkısı ile üretilen harcın 28 günlük basınç dayanımından daha düşüktür. %50 standart kum ve %50 dolomit kırma kumu ile üretilen harçlarda hem K#03 katkısı hem de K#11 katkısı ile üretilen harçların 3, 7 ve 28 günlük basınç dayanımları şahit harcın 3, 7 ve 28 günlük basınç dayanımlarından daha yüksektir. K#03 katkısı ile üretilen harcın 3, 7 ve 28 günlük basınç dayanımları K#11 katkısı ile üretilen harcın 3, 7 ve 28 günlük basınç dayanımlarından daha yüksektir. Firma A hammaddeleri ile hazırlanan K#03 katkısı Firma B hammaddeleri ile hazırlanan K#11 katkısına göre daha üstün performans sergilemiştir. Bunun nedeni firmaların aynı hammaddeleri farklı yerlerden temin etmesi olabilir. Ayrıca hammadde kalitesi de bu hususta önemli bir etkidir. Dolomit kırma kumu kullanımı basınç dayanımlarını artırmıştır.

%100 standart kum ile üretilen harçlarda katkılı harçların rölatif basınç dayanımları şahit harcın rölatif basınç dayanımlarından daha yüksektir. Katkılı harçlarda yaş arttıkça rölatif basınç dayanımları azalmıştır. K#03 ve K#11 katkıları karşılaştırıldığında K#03 katkısı ile üretilen harcın 3 ve 7 günlük rölatif basınç dayanımları K#11 katkısı ile üretilen harcın 3 ve 7 günlük rölatif basınç dayanımlarından daha yüksektir. Ancak K#03 katkısı ile üretilen harcın 28 günlük rölatif basınç dayanımı K#11 katkısı ile üretilen harcın 28 günlük rölatif basınç dayanımından daha düşüktür. %50 standart kum ve %50 dolomit kırma kumu ile üretilen harçlarda hem K#03 katkısı hem de K#11 katkısı ile üretilen harçların 3, 7 ve 28 günlük rölatif basınç dayanımları şahit harcın 3, 7 ve 28 günlük rölatif basınç dayanımlarından daha yüksektir. Katkılı harçlarda yaş arttıkça rölatif basınç dayanımı azalmıştır. Sonuçlara göre Firma A hammaddeleri ile hazırlanan K#03 katkısının Firma B hammaddeleri ile hazırlanan K#11 katkısına göre daha yüksek performans gösterdiği görülmüştür. %100 standart kum ve %50 standart kum + %50 dolomit kırma kum ile K#03 ve K#11 kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımı ve rölatif basınç dayanımı Şekil 5.3'de verilmiştir.



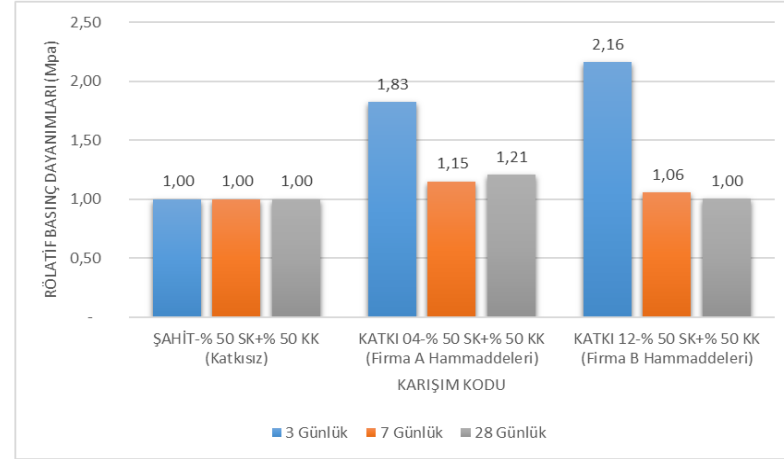
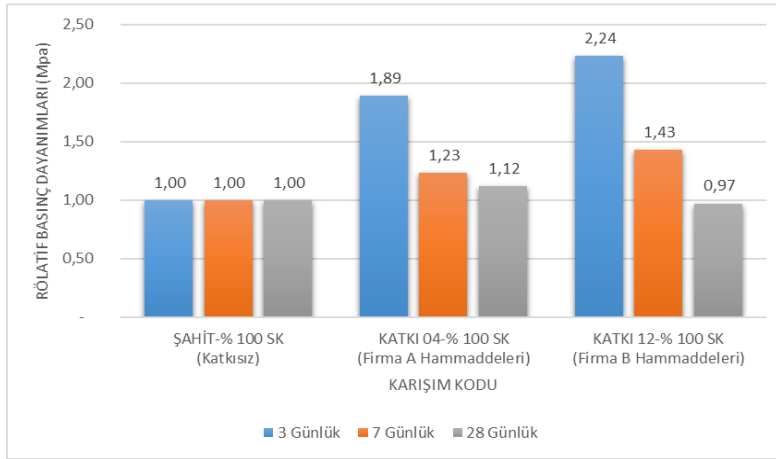
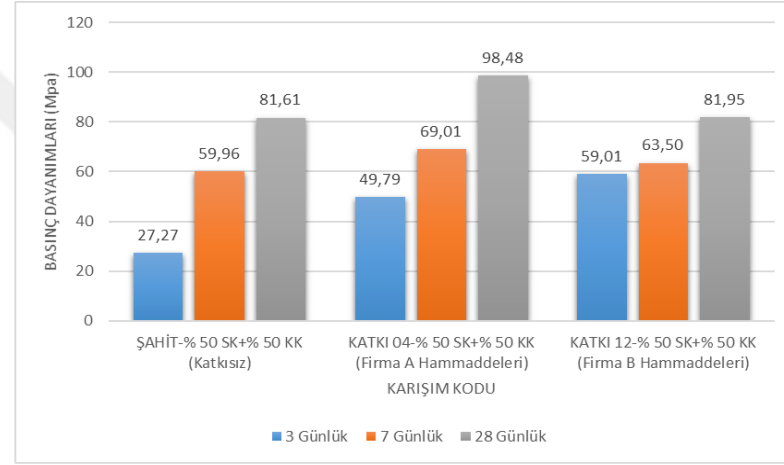
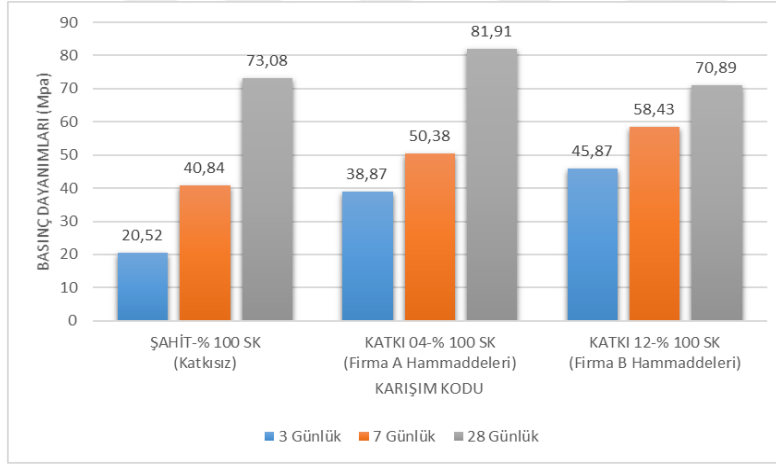
Şekil 5.3 % 100 SK & % 50 SK + % 50 DKK ile K#03 ve K#11 kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımı ve rölatif basınç dayanımı

5.1.4. K#04 ve K#12 kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımlarının değerlendirilmesi

%100 standart kum ile üretilen harçlarda K#04 katkısı ile üretilen harcın 3, 7 ve 28 günlük basınç dayanımı şahit harcın 3, 7 ve 28 günlük basınç dayanımından daha yüksek çıkmıştır. K#12 katkısı ile üretilen harcın 3 ve 7 günlük basınç dayanımı şahit harcın 3 ve 7 günlük basınç dayanımından daha yüksektir. Ancak K#12 katkısı ile üretilen harcın 28 günlük basınç dayanımı şahit harcın 28 günlük basınç dayanımından daha düşüktür. K#04 katkısı ile K#12 katkısının performansı karşılaştırıldığında K#12 katkısı ile üretilen harcın 3 ve 7 günlük basınç dayanımı K#04 katkısı ile üretilen harcın 3 ve 7 günlük basınç dayanımından daha yüksektir. Ancak K#04 katkısı ile üretilen harcın 28 günlük basınç dayanımı K#12 katkısı ile üretilen harcın 28 günlük basınç dayanımından daha yüksektir. %50 standart kum ve %50 dolomit kırma kumu kullanılarak üretilen harçlarda hem K#04 katkısı hem de K#12 katkısı ile üretilen harçların 3, 7 ve 28 günlük basınç dayanımları şahit harcın 3, 7 ve 28 günlük basınç dayanımlarından daha yüksek çıkmıştır. K#12 katkısı ile üretilen harcın 3 günlük basınç dayanımı K#04 katkısı ile üretilen harcın 3 günlük basınç dayanımından daha yüksektir. Ancak 7 günlük ve 28 günlük sonuçlara bakıldığında K#04 katkısı ile üretilen harcın basınç dayanımlarının K#12 katkısı ile üretilen harcın basınç dayanımlarına oranla daha yüksek olduğu görülmüştür. İlk yaşlarda Firma A hammaddeleri ile hazırlanan K#12 katkısının basınç dayanımı açısından daha iyi performans gösterdiği, ilerleyen yaşlarda ise K#04 katkısının daha etkin performans gösterdiği açıkça görülmektedir. Aynı dizayna sahip olan K#04 ve K#12 katkılarının bu davranış farklılığının sebebi hammadde kalitesinin etkisidir. Dolomit kırma kum kullanımı basınç dayanımlarını artırmıştır. Dolomit kırma kum kullanıldığında K#12 katkısının 3 günlük performansı en yüksektir. K#04 katkısının ise 28 günlük performansı en yüksektir.

%100 standart kum ile üretilen harçlarda K#04 katkısı ile üretilen harcın 3, 7 ve 28 günlük rölatif basınç dayanımları şahit harcın 3, 7 ve 28 günlük rölatif basınç dayanımlarından daha yüksektir. K#12 katkısı ile üretilen harcın 3 ve 7 günlük rölatif basınç dayanımları şahit harcın 3 ve 7 günlük rölatif basınç dayanımlarından daha yüksektir. Ancak K#12 katkısı ile üretilen harcın 28 günlük rölatif basınç dayanımı şahit harcın 28 günlük rölatif basınç dayanımından daha düşüktür. Katkılı harçlarda yaş arttıkça rölatif basınç dayanımı azalmıştır. %50 standart kum ve %50 dolomit

kırma kumu kullanılarak üretilen harçlarda katkıli harçlarda yaş arttıkça rölatif basınç dayanımı azalmıştır. 3 günlük sonuçlara bakıldığında hem K#04 hem de K#12 katkıları ile hazırlanan harçların rölatif basınç dayanımı şahit harcın rölatif basınç dayanımından daha yüksektir. K#12 katkısı ile üretilen harcın rölatif basınç dayanımı K#04 katkısı ile üretilen harcın rölatif basınç dayanımından daha yüksektir. 7 günlük sonuçlar irdelendiğinde hem K#04 hem de K#12 katkıları ile hazırlanan harçların rölatif basınç dayanımının şahit harcın rölatif basınç dayanımından daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. K#04 katkısı ile üretilen harcın rölatif basınç dayanımı K#12 katkısı ile üretilen harcın rölatif basınç dayanımından daha yüksektir. 28 günlük sonuçlarda ise şahit harcın rölatif basınç dayanımı ile K#12 katkısı ile üretilen harcın rölatif basınç dayanımı ile aynı olduğu görülmüştür. K#04 katkısı ile üretilen harcın 28 günlük rölatif basınç dayanımının hem şahit harcın hem de K#12 katkısı ile üretilen harcın 28 günlük rölatif basınç dayanımlarından daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. %100 standart kum ve %50 standart kum + %50 dolomit kırma kum ile K#04 ve K#12 kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımı ve rölatif basınç dayanımı Şekil 5.4'de kayırlı bir şekilde verilmiş ve grafik halinde sunulmuştur.

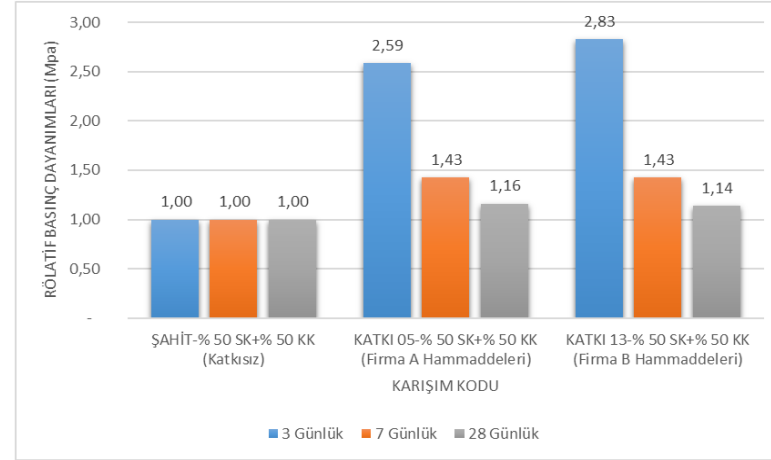
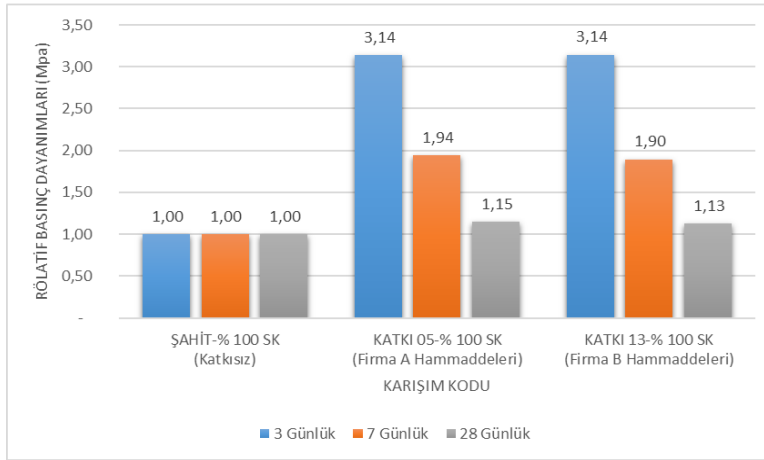
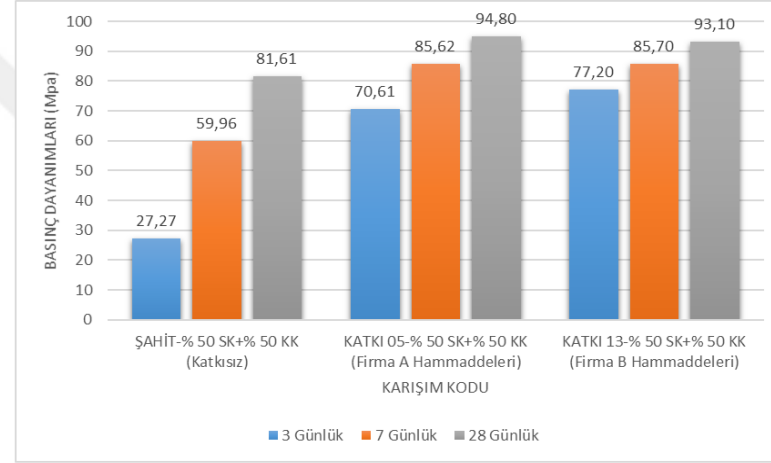
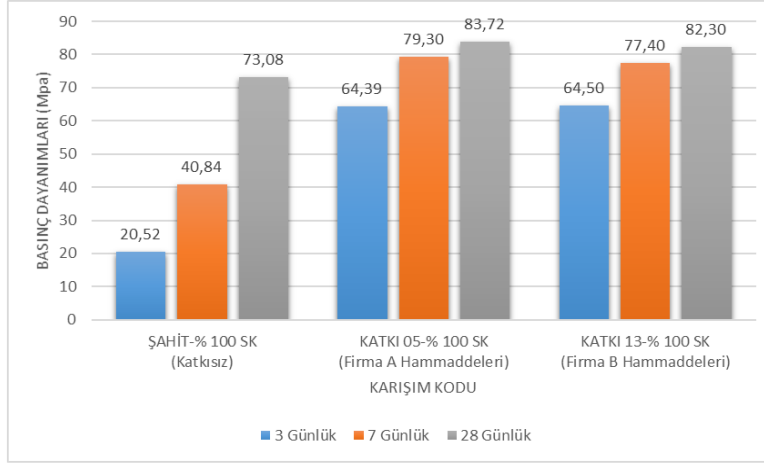


Şekil 5.4 %100 SK & %50 SK + %50 DKK ile K#04 ve K#12 kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımı ve rölatif basınç dayanımı

5.1.5. K#05 ve K#13 kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımlarının değerlendirilmesi

%100 standart kum ile üretilen harçlarda hem K#05 katkısı hem de K#13 katkısı ile üretilen harçların basınç dayanımlarının şahit harcın basınç dayanımlarından daha yüksek olduğu gözlenmiştir. K#13 katkısı ile üretilen harcın 3 günlük basınç dayanımı K#05 katkısı ile üretilen harcın 3 günlük basınç dayanımından daha yüksektir. Ancak K#13 katkısı ile üretilen harcın 7 ve 28 günlük basınç dayanımları K#05 katkısı ile üretilen harcın 7 ve 28 günlük basınç dayanımlarından daha düşüktür. %50 standart kum ve %50 dolomit kırma kumu ile üretilen harçlarda hem K#05 katkısı hem de K#13 katkısı ile üretilen harcın basınç dayanımları şahit harcın basınç dayanımlarından daha yüksektir. K#05 katkısı ile üretilen harcın basınç dayanımları K#13 katkısı ile üretilen harcın basınç dayanımlarından daha yüksektir. Bu da hammadde kalitesinden kaynaklanabilir. Dolomit kırma kum kullanılması harçların basınç dayanımlarını artırmıştır.

%100 standart kum ile üretilen harçlarda hem K#05 katkısı hem de K#13 katkısı ile üretilen harçların rölatif basınç dayanımları şahit harcın rölatif basınç dayanımlarından daha yüksektir. Katkılı harçlarda yaş arttıkça rölatif basınç dayanımları azalmıştır. K#05 katkısı ile K#13 katkısı karşılaştırıldığında K#13 katkısı ile üretilen harcın 3 günlük rölatif basınç dayanımı K#05 katkısı ile üretilen harcın 3 günlük rölatif basınç dayanımından daha yüksektir. Ancak K#13 katkısı ile üretilen harcın 7 ve 28 günlük rölatif basınç dayanımları K#05 katkısı ile üretilen harcın 7 ve 28 günlük rölatif basınç dayanımlarından daha düşüktür. %50 standart kum ve %50 dolomit kırma kum ile üretilen harçlarda hem K#05 katkısı hem de K#13 katkısı ile üretilen harçların rölatif basınç dayanımları şahit harcın rölatif basınç dayanımlarından daha yüksektir. Katkılı harç sonuçlarına bakıldığında yaş arttıkça rölatif basınç dayanımı azalmıştır. K#05 katkısı ile K#13 katkısı karşılaştırıldığında K#05 katkısı ile üretilen harcın rölatif basınç dayanımlarının K#13 katkısı ile üretilen harcın rölatif basınç dayanımlarından daha yüksek olduğu gözlenmiştir. %100 standart kum ve %50 standart kum + %50 dolomit kırma kum ile K#05 ve K#13 kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımı ve rölatif basınç dayanımı Şekil 5.5'de grafik halinde verilmiştir.



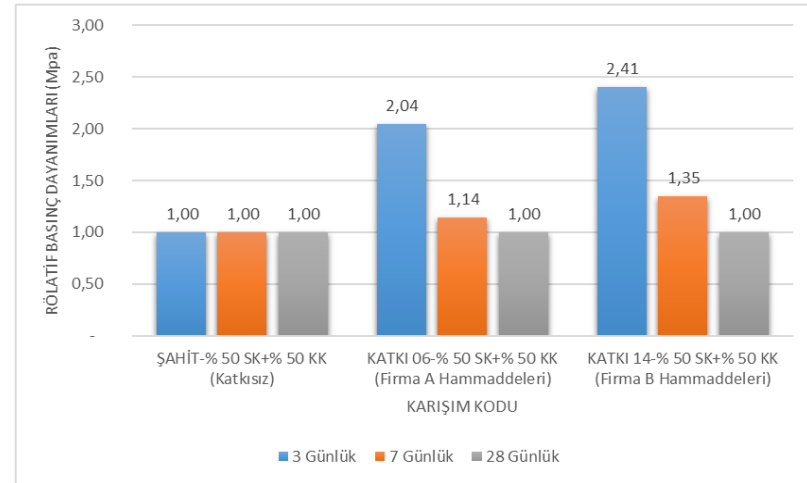
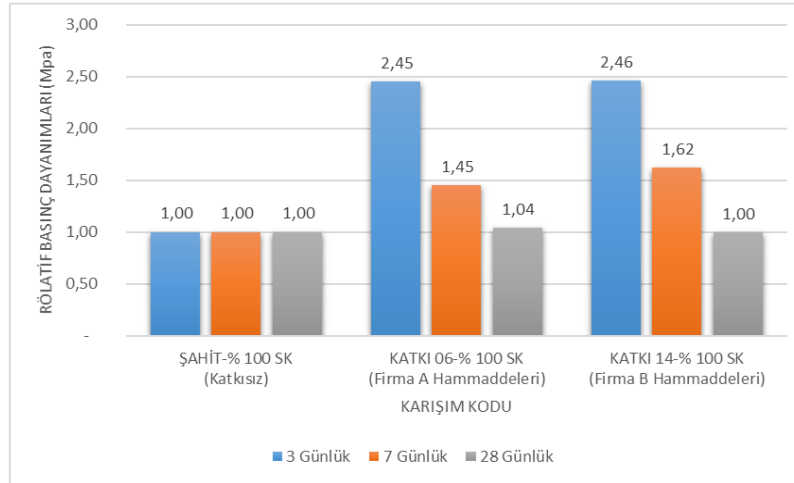
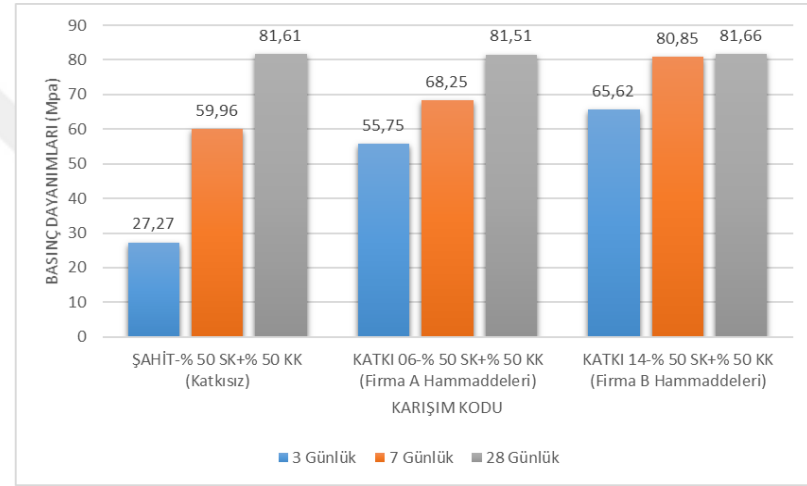
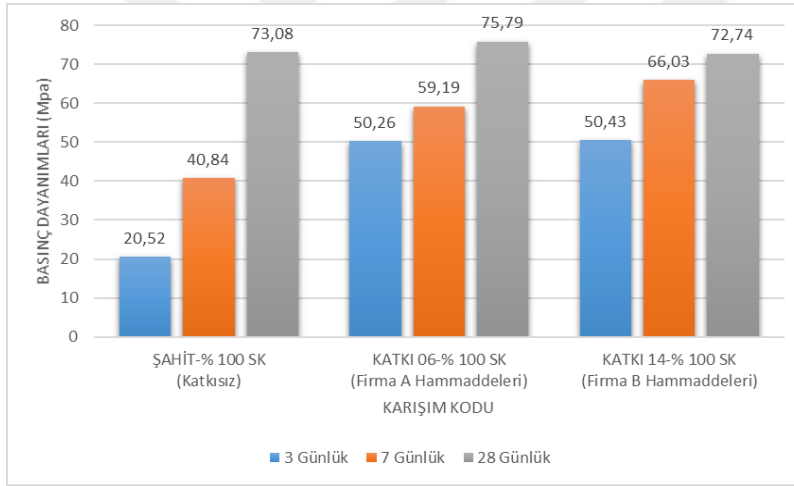
Şekil 5.5 %100 SK & %50 SK + %50 DKK ile K#05 ve K#13 kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımı ve rölatif basınç dayanımı

5.1.6. K#06 ve K#14 kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımlarının değerlendirilmesi

%100 standart kum ile üretilen harçlarda K#06 katkısı ile üretilen harcın 3, 7 ve 28 günlük basınç dayanımı şahit harcın 3, 7 ve 28 günlük basınç dayanımından daha yüksek çıkmıştır. K#14 katkısı ile üretilen harcın 3 ve 7 günlük basınç dayanımı şahit harcın 3 ve 7 günlük basınç dayanımından daha yüksek çıkmıştır. Ancak K#14 katkısı ile üretilen harcın 28 günlük basınç dayanımı şahit harcın 28 günlük basınç dayanımından daha düşük çıkmıştır. K#06 ve K#14 katkısı performansı karşılaştırıldığında ise K#14 katkısı ile üretilen harcın 3 ve 7 günlük basınç dayanımı K#06 katkısı ile üretilen harcın 3 ve 7 günlük basınç dayanımından daha yüksektir. Ancak K#06 katkısı ile üretilen harcın 28 günlük basınç dayanımı K#14 katkısı ile üretilen harcın 28 günlük basınç dayanımından daha yüksektir. %50 standart kum ve %50 dolomit kırma kumu ile üretilen harçlarda basınç dayanımı sonuçları ele alındığında K#14 katkısı ile üretilen harcın 3, 7 ve 28 günlük basınç dayanımının K#06 katkısı ile üretilen harcın 3, 7 ve 28 günlük basınç dayanımından daha yüksek olduğu açıkça görülmektedir. K#06 ve K#14 katkıları aynı dizayna sahip ancak farklı firmaların hammaddeleri kullanılarak hazırlanan katkılardır. Buradan hammadde etkisinin de önemli bir unsur olduğu sonucuna varılabilir. Firma B hammaddelerinin basınç dayanımı açısından Firma A hammaddelerine göre daha iyi bir performans gösterdiği de bir sonuç olarak vurgulanabilir. K#06 katkısı ile üretilen harcın 28 günlük basınç dayanımı hem şahit harcın 28 günlük basınç dayanımından hem de K#14 katkısı ile üretilen harcın 28 günlük basınç dayanımından daha düşüktür. Dolomit kırma kum kullanımı basınç dayanımlarını artırmıştır.

%100 standart kum ile üretilen harçlarda K#06 katkısı ile üretilen harcın 3, 7 ve 28 günlük rölatif basınç dayanımları şahit harcın 3, 7 ve 28 günlük rölatif basınç dayanımlarından daha yüksektir. Katkılı harçlarda yaş arttıkça rölatif basınç dayanımı azalmıştır. K#14 katkısı ile üretilen harcın 3 ve 7 günlük rölatif basınç dayanımı hem şahit harcın hem de K#06 katkısı ile üretilen harcın 3 ve 7 günlük rölatif basınç dayanımından daha yüksektir. Ancak K#14 katkısı ile üretilen harcın 28 günlük rölatif basınç dayanımı K#06 katkısı ile üretilen harcın 28 günlük rölatif basınç dayanımından daha düşük çıkmıştır. K#14 katkısı ile üretilen harcın 28 günlük rölatif basınç dayanımı şahit harcın 28 günlük rölatif basınç dayanımı ile aynı çıkmıştır. %50 standart kum ve %50 dolomit kırma kumu kullanılarak üretilen harçlarda rölatif basınç

dayanımı sonuçları irdelendiğinde oldukça önemli bir sonuca ulaşılmıştır. Katkılı harçlarda yaş arttıkça rölatif basınç dayanımı azalmıştır. K#14 katkısı ile üretilen harcın 3 ve 7 günlük rölatif basınç dayanımları K#06 katkısı ile üretilen harcın 3 ve 7 günlük rölatif basınç dayanımlarından daha yüksektir. Erken yaşlarda rölatif basınç dayanımının yüksek olmasının en önemli sebebi kimyasal katkıların gösterdiği performans ve erken dayanımları artırma potansiyelidir. Sonuç olarak Firma B hammaddeleri Firma A hammaddelerine oranla 3 ve 7 günlük basınç dayanımı açısından daha etkin bir performans göstermiştir. 28 günlük sonuçlara bakıldığında ise katkıli harçların rölatif basınç dayanımı ile şahit harcın rölatif basınç dayanımının aynı olduğu görülmüştür. %100 standart kum ve %50 standart kum + %50 dolomit kırma kum ile K#06 ve K#14 kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımı ve rölatif basınç dayanımı Şekil 5.6'da grafik halinde verilmiştir.

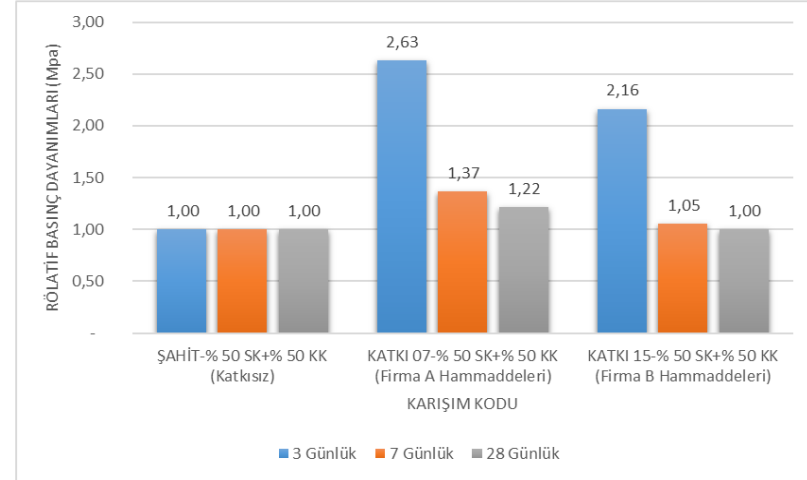
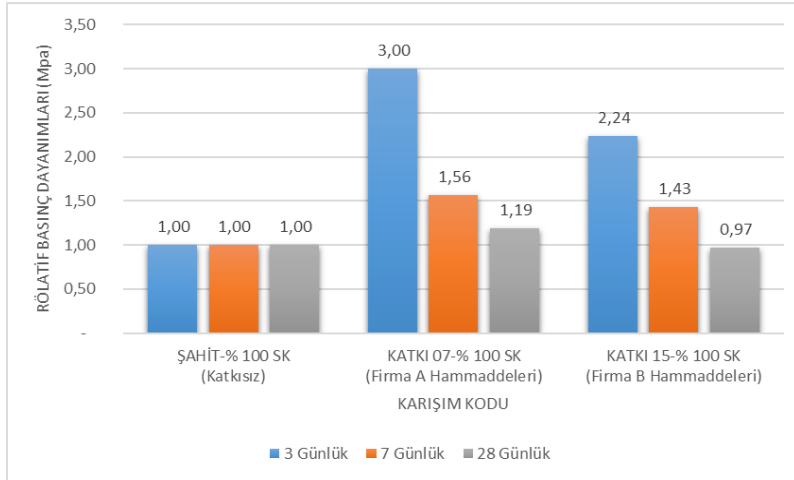
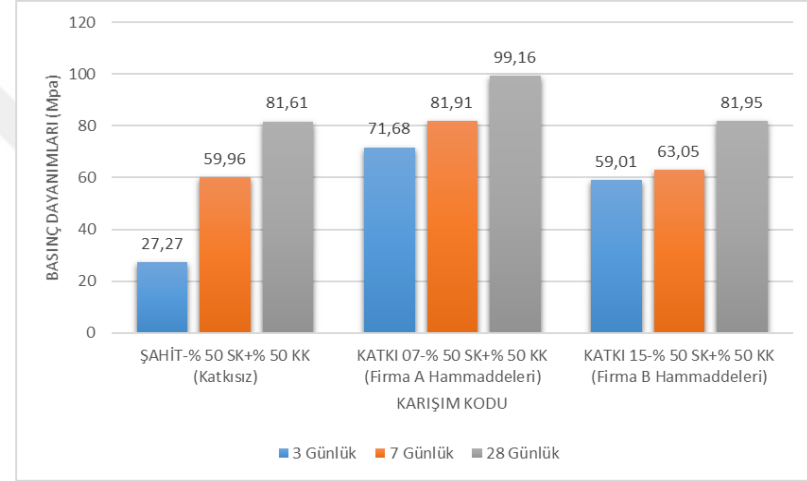
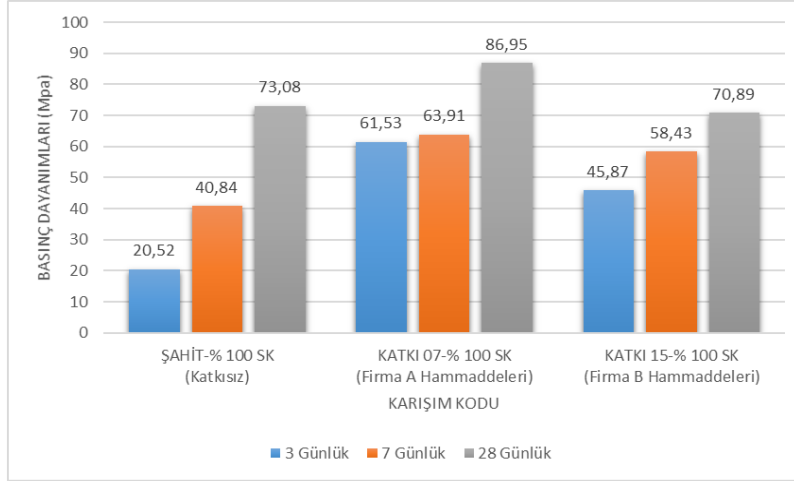


Şekil 5.6 %100 SK & %50 SK + %50 DKK ile K#06 ve K#14 kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımı ve rölatif basınç dayanımı

5.1.7. K#07 ve K#15 kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımlarının değerlendirilmesi

%100 standart kum ile üretilen harçlarda hem K#07 katkısı hem de K#15 katkısı ile üretilen harçların basınç dayanımları şahit harcın basınç dayanımlarından daha yüksek çıkmıştır. K#07 katkısı ile üretilen harcın basınç dayanımları K#15 katkısı ile üretilen harcın basınç dayanımlarından daha yüksek çıkmıştır. %50 standart kum ve %50 dolomit kırma kumu kullanılarak üretilen harçlarda hem K#07 katkısı hem de K#15 katkısı ile üretilen harcın basınç dayanımlarının şahit harcın basınç dayanımlarından daha yüksek olduğu görülmektedir. Firma A hammaddeleri ile hazırlanan K#07 katkısı ile üretilen harcın 3, 7 ve 28 günlük basınç dayanımları Firma B hammaddeleri ile hazırlanan K#15 katkısı ile üretilen harcın 3, 7 ve 28 günlük basınç dayanımlarından daha yüksektir. Bu da hammadde niteliğinden kaynaklanmaktadır. Beklenildiği gibi dolomit kırma kum kullanımı, basınç dayanımlarında da artışa sebep olmuştur. Bu da açıkçası beklenen bir sonuç olmuştur.

%100 standart kum ile üretilen harçlarda hem K#07 katkısı hem de K#15 katkısı ile üretilen harçların rölatif basınç dayanımları şahit harcın rölatif basınç dayanımlarından daha yüksektir. K#07 katkısı ile K#15 katkısı karşılaştırıldığında K#07 katkısı ile üretilen harcın rölatif basınç dayanımlarının K#15 katkısı ile üretilen harcın rölatif basınç dayanımlarından daha yüksek olduğu gözlenmiştir. Ayrıca katkılı harçlarda sonuçlara bakıldığında yaş arttıkça rölatif basınç dayanımının azaldığı görülmektedir. %50 standart kum ve %50 dolomit kırma kumu ile üretilen harçlarda hem K#07 katkısı hem de K#15 katkısı ile üretilen harcın rölatif basınç dayanımları şahit harcın rölatif basınç dayanımlarından daha yüksektir. Katkılı harçlarda yaş arttıkça rölatif basınç dayanımı azalmıştır. K#07 katkısı ile K#15 katkısı karşılaştırıldığında K#07 katkısı ile üretilen harcın rölatif basınç dayanımları K#15 katkısı ile üretilen harcın rölatif basınç dayanımlarına oranla daha yüksek çıkmıştır. % 100 standart kum ve %50 standart kum + %50 dolomit kırma kum ile K#07 ve K#15 kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımı ve rölatif basınç dayanımı Şekil 5.7'de grafik halinde verilmiştir.



Şekil 5.7 % 100 SK & % 50 SK + % 50 DKK ile K#07 ve K#15 kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımı ve rölatif basınç dayanımı

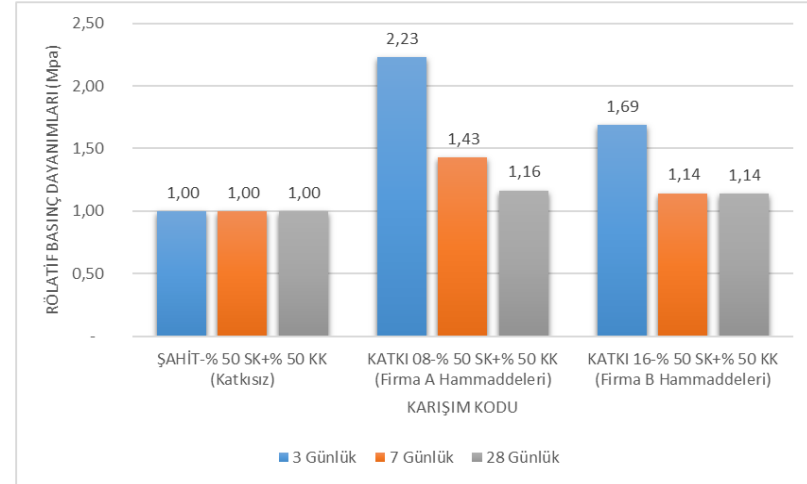
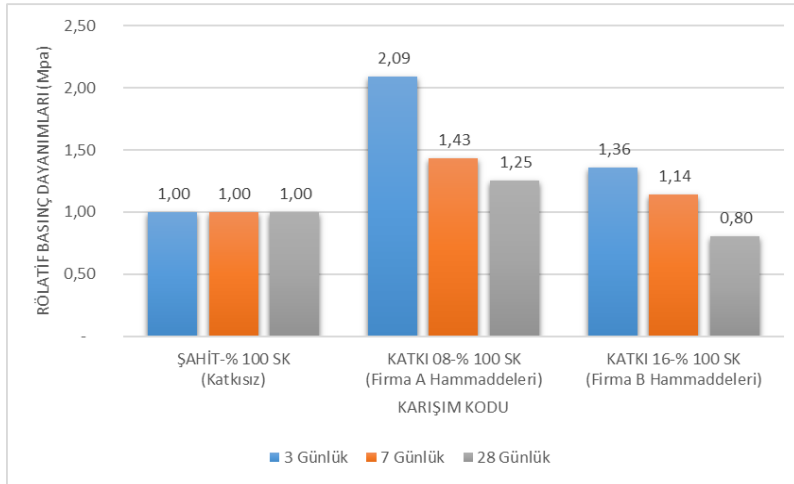
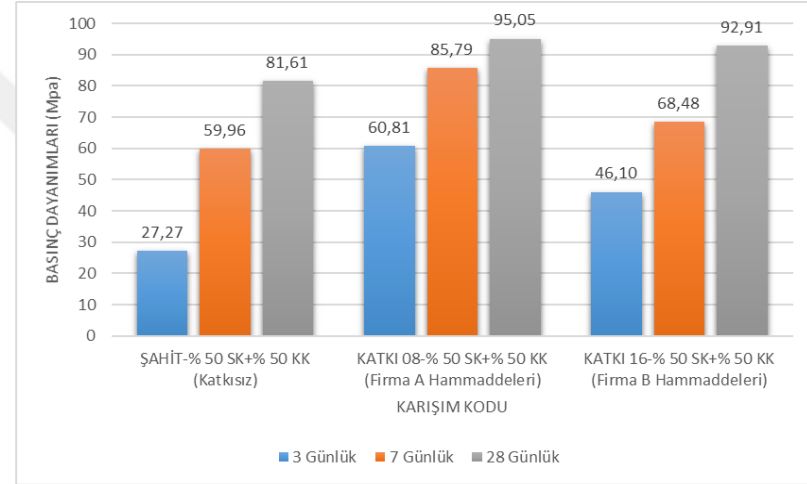
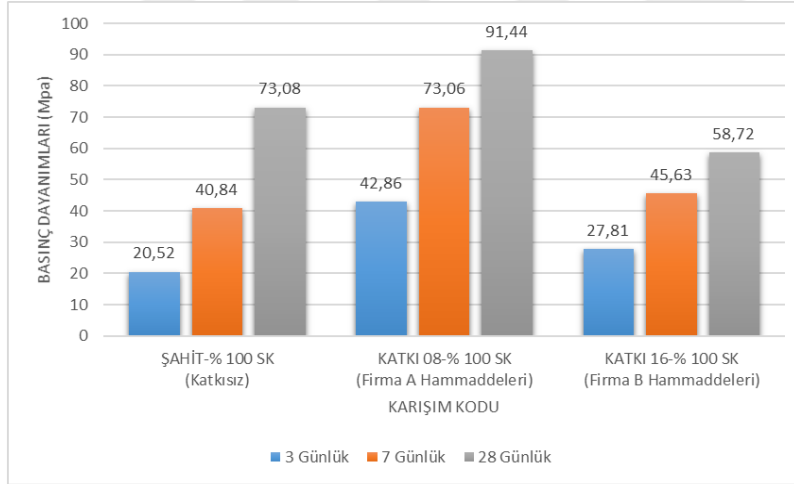
5.1.8. K#08 ve K#16 kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımlarının değerlendirilmesi

%100 standart kum ile üretilen harçlarda sonuçlara bakıldığında K#08 katkısı ile üretilen harcın 3günlük, 7 günlük ve 28 günlük basınç dayanımlarının hem şahit harcın 3, 7 ve 28 günlük basınç dayanımları hem de K#16 katkısı ile üretilen harcın 3, 7 ve 28 günlük basınç dayanımlarından daha yüksek olduğu gözlenmiştir. K#08 katkısı ile üretilen harcın 3, 7 ve 28 günlük basınç dayanımları K#16 katkısı ile üretilen harcın 3, 7 ve 28 günlük basınç dayanımlarından daha yüksektir. K#16 katkısı ile üretilen harcın 3 ve 7 günlük basınç dayanımları şahit harcın 3 ve 7 günlük basınç dayanımlarından daha yüksektir ancak 28 günlük basınç dayanımı şahit harcın basınç dayanımından daha düşüktür. Burada hammadde niteliği etkisinin de sonuçların değişkenliğinde önemli bir rol oynadığı sonucuna varılabilir. %50 standart kum ve %50 dolomit kırma kumu ile üretilen harçlarda basınç dayanımı sonuçlarına göre K#08 katkısı ile üretilen harcın 3, 7 ve 28 günlük basınç dayanımının K#16 katkısı ile üretilen harcın 3, 7 ve 28 günlük basınç dayanımından daha yüksek olduğu açıkça görülmektedir. Katkılı harçların basınç dayanımlarının şahit harcın basınç dayanımından daha yüksek olduğu da önemli bir sonuçtur. K#08 ve K#16 katkıları aynı dizayna sahip ancak farklı firmaların hammaddeleri kullanılarak hazırlanan katkılardır. Buradan hammadde etkisinin de önemli bir unsur olduğu sonucuna varılabilir. Firma A hammaddelerinin basınç dayanımı açısından Firma B hammaddelerine göre daha iyi bir performans gösterdiği de bir sonuç olarak vurgulanabilir. Dolomit kırma kum kullanımı basınç dayanımlarını artırmıştır.

%100 standart kum ile üretilen harçlarda sonuçlar irdelendiğinde K#08 katkısı ile üretilen harcın 3, 7 ve 28 günlük rölatif basınç dayanımlarının hem şahit harcın hem de K#16 katkısı ile üretilen harcın 3, 7 ve 28 günlük rölatif basınç dayanımlarından daha yüksek olduğu görülmüştür. Katkılı harçlarda yaş arttıkça rölatif basınç dayanımı azalmıştır. K#16 katkısı ile üretilen harcın 28 günlük rölatif basınç dayanımı 0.80'dir. Bu da şahit harcın rölatif basınç dayanımından daha düşüktür. %50 standart kum ve %50 dolomit kırma kumu ile üretilen harçlarda rölatif basınç dayanımı sonuçları irdelendiğinde oldukça önemli bir sonuca ulaşılmıştır. Yaş arttıkça rölatif basınç dayanımı azalmıştır. K#08 katkısı ile üretilen harcın rölatif basınç dayanımları K#16 katkısı ile üretilen harcın rölatif basınç dayanımlarından daha yüksektir. Erken yaşlarda rölatif basınç dayanımının yüksek olmasının en önemli sebebi kimyasal

katkıların gösterdiği performans ve erken dayanımları artırma potansiyelidir. Sonuç olarak Firma A hammaddeleri Firma B hammaddelerine oranla basınç dayanımı açısından daha etkin bir performans göstermiştir. %100 standart kum ve %50 standart kum + %50 dolomit kırma kum ile K#08 ve K#16 kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımı ve rölatif basınç dayanımı Şekil 5.8'de grafik halinde verilmiştir.



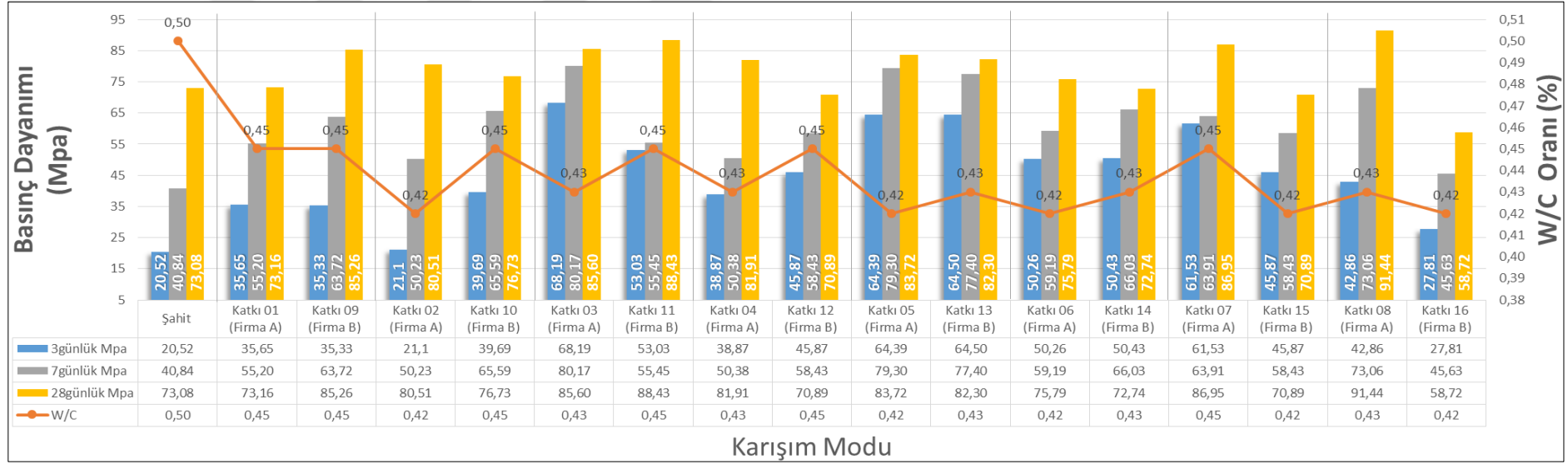


Şekil 5.8 % 100 SK & % 50 SK + % 50 DKK ile K#08 ve K#16 kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımı ve rölatif basınç dayanım

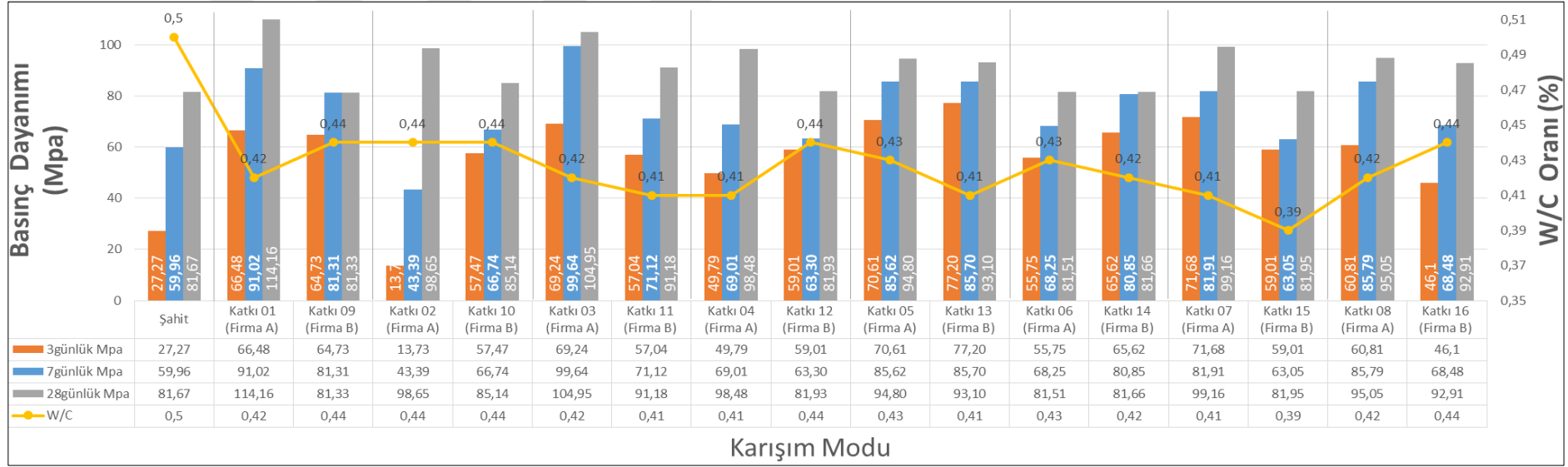
5.1.9.Firma A ve Firma B hammaddeleri kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımı sonuçlarının genel değerlendirilmesi

%100 standart kum ile üretilen harçlarda deney sonuçlarına bakıldığında, Firma A ve Firma B hammaddeleri kullanılarak üretilen harçların 3 günlük ve 7 günlük basınç mukavemeti şahit harcın 3 günlük ve 7 günlük basınç mukavemeti, değerinden yüksektir. Firma A ve Firma B hammaddeleri kullanılarak üretilen harçların 28 günlük basınç mukavemeti , K12,K14, K15 ve K16 katkıları kullanılarak üretilen harçların basınç mukavemeti hariçinde genel olarak şahit harcın basınç mukavemeti değerinden yüksektir.Yapılan mekanik testler sonuçunda en yüksek 3 günlük ve 7 günlük basınç mukavemeti değeri K03 kullanılarak üretilen harçlarda gözlenir iken en yüksek 28 günlük basınç mukavemeti değeri ise K08 kullanılarak üretilen harçlarda gözlenmiştir.Yapılan mekanik testlerde en yüksek 3 günlük, 7 günlük ve 28 günlük basınç dayanımına sahip harçların W/C karışım oranı %0,43'tür. %100 standart kum kullanılarak üretilen harçların genel basınç mukavemeti dayanımları Şekil 5.9'da grafik halinde verilmiştir

%50 standart kum + %50 dolomit kırma kum ile üretilen harçlarda deney sonuçlarına bakıldığında Firma A ve Firma B hammaddeleri kullanılarak üretilen harçların 3 günlük ve 7 günlük basınç mukavemeti değeri K02 kullanılarak üretilen harç hariçinde genel olarak şahit numunenin basınç dayanımı mukavemetinden yüksektir, 28 günlük basınç dayanımı değeri ise K06, K09 ve K14 kullanılarak üretilen harçlar hariç genel olarak şahit numunenin basınç dayanımı mukavemetinden yüksektir. Yapılan mekanik testlerde en yüksek 3 günlük, 7 günlük ve 28 günlük basınç dayanımı mukavemeti sırasıyla K13, K03 ve K01'de gözlenmiştir. Yapılan mekanik testlerde en yüksek 7 günlük ve 28 günlük basınç dayanımına sahip harçların W/C karışım oranı %0,42 iken en yüksek 3 günlük basınç dayanımına sahip harçın W/C karışım oranı %0,41'dir. %50 standart kum + %50 dolomit kırma kum kullanılarak üretilen harçların genel basınç dayanımları Şekil 5.10'da grafik halinde verilmiştir



Şekil 5.9 %100 SK kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımı ve W/C değışimi



Şekil 5.10 %50 SK + %50 DKK kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımı ve W/C değişimi

5.2. Eğilme Dayanımı Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi

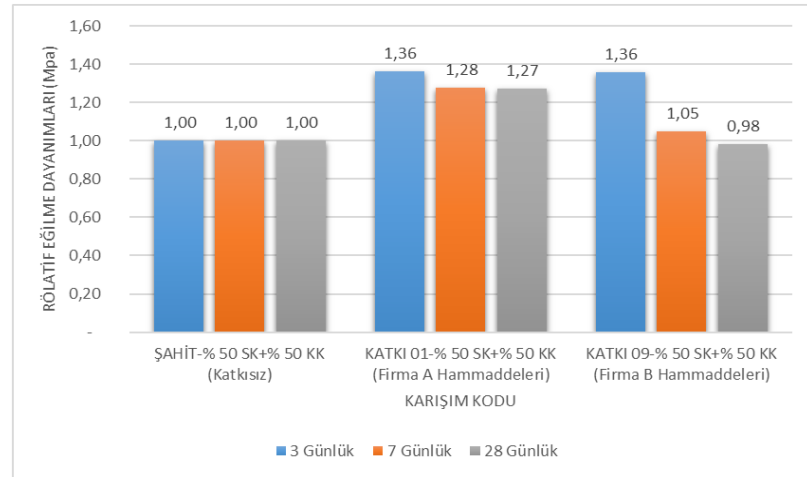
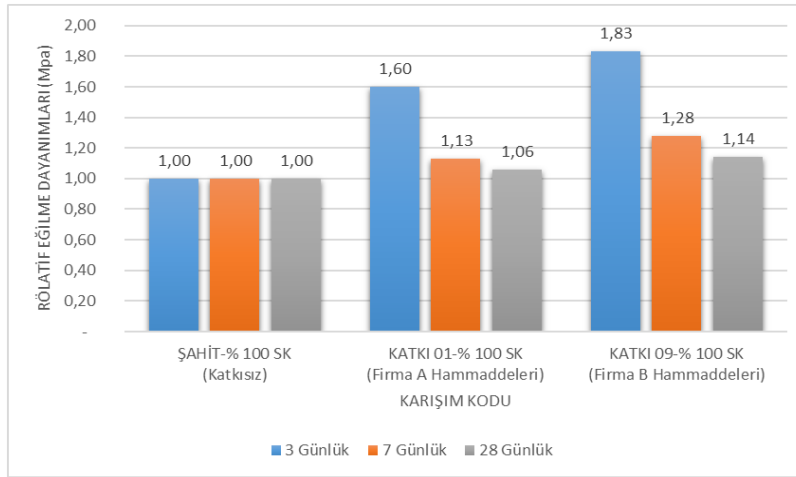
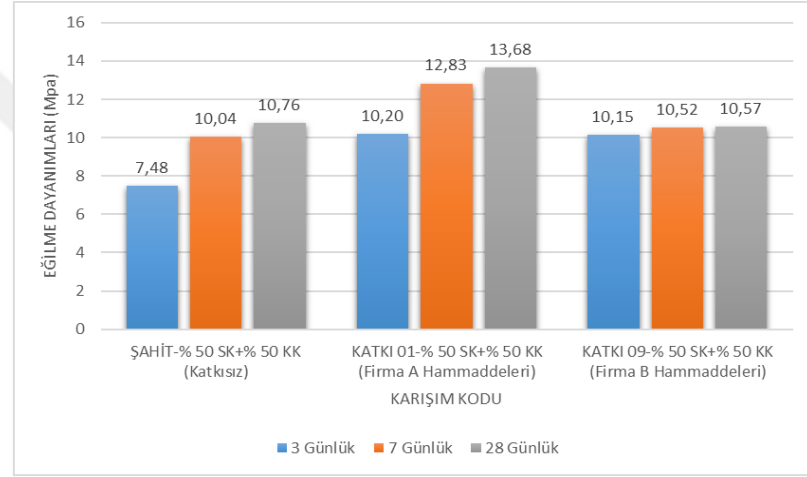
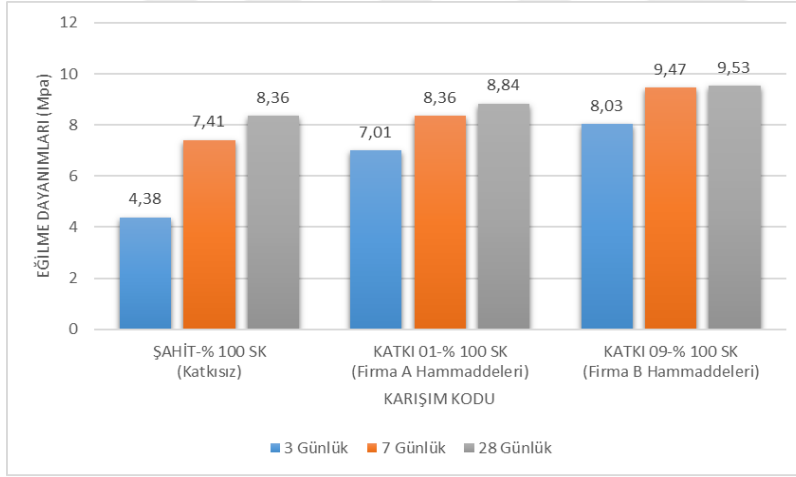
5.2.1. K#01 ve K#09 kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımlarının değerlendirilmesi

%100 standart kum ile üretilen harçlarda hem K#01 katkısı hem de K#09 katkısı ile üretilen harçların eğilme dayanımları şahit harcın eğilme dayanımlarından daha yüksektir. K#09 katkısı ile üretilen harcın eğilme dayanımlarının K#01 katkısı ile üretilen harcın eğilme dayanımlarından daha yüksek olduğu da açıkça görülmektedir. %50 standart kum ve %50 dolomit kırma kum ile üretilen harçlarda K#01 katkısı ile üretilen harcın 3, 7 ve 28 günlük eğilme dayanımı şahit harcın 3, 7 ve 28 günlük eğilme dayanımından daha yüksektir. K#09 katkısı ile üretilen harcın 3 ve 7 günlük eğilme dayanımı şahit harcın 3 ve 7 günlük eğilme dayanımından daha yüksektir. Ancak K#09 katkısı ile üretilen harcın 28 günlük eğilme dayanımı şahit harcın 28 günlük eğilme dayanımından daha düşüktür. K#01 katkısı ile K#09 katkısı karşılaştırıldığında K#01 katkısı ile üretilen harcın 3, 7 ve 28 günlük eğilme dayanımı K#09 katkısı ile üretilen harcın 3, 7 ve 28 günlük eğilme dayanımından daha yüksektir. Ayrıca dolomit kırma kum kullanımı eğilme dayanımlarını artırmıştır. K#01 katkısı dolomit kırma kumla eğilme dayanımı açısından daha iyi performans göstermiştir. Eğilme dayanımı gelişimine bakıldığında şahit harçta dolomit kırma kum kullanımının performansı artırdığı görülmüştür.

%100 standart kum ile üretilen harçlarda hem K#01 hem de K#09 katkıları ile üretilen harçların rölatif eğilme dayanımları şahit harcın rölatif eğilme dayanımlarından daha yüksektir. Katkılı harçlarda yaş arttıkça rölatif eğilme dayanımı azalmıştır. K#01 katkısı ile K#09 katkısı karşılaştırıldığında; K#09 katkısı ile üretilen harcın 3,7 ve 28 günlük rölatif eğilme dayanımının K#01 katkısı ile üretilen harcın 3, 7 ve 28 günlük rölatif eğilme dayanımından daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. %50 standart kum ve %50 dolomit kırma kumu ile üretilen harçlarda K#01 katkısı ile üretilen harcın 3, 7 ve 28 günlük rölatif eğilme dayanımları şahit harcın 3, 7 ve 28 günlük rölatif eğilme dayanımlarından daha yüksektir. K#09 katkısı ile üretilen harcın 3 ve 7 günlük rölatif eğilme dayanımları şahit harcın 3 ve 7 günlük rölatif eğilme dayanımlarından daha yüksektir. Ancak 28 günlük rölatif eğilme dayanımı şahit harcın 28 günlük rölatif eğilme dayanımından daha düşük çıkmıştır. K#01 katkısı ve K#09 katkısı karşılaştırıldığında 3 günlük rölatif eğilme dayanımlarının birbirine eşit olduğu

görülmüştür. 7 ve 28 günlük sonuçlara bakıldığında ise K#01 katkısı ile üretilen harcın rölatif basınç dayanımlarının K#09 katkısı ile üretilen harcın rölatif basınç dayanımlarına oranla daha yüksek çıktığı gözlenmiştir. %100 standart kum ve %50 standart kum + %50 dolomit kırma kum ile K#01 ve K#09 kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımı ve rölatif eğilme dayanımı Şekil 5.11'de grafik halinde verilmiştir.





Şekil 5.11 %100 SK & %50 SK + %50 DKK ile K#01 ve K#09 kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımı ve rölatif eğilme dayanımı

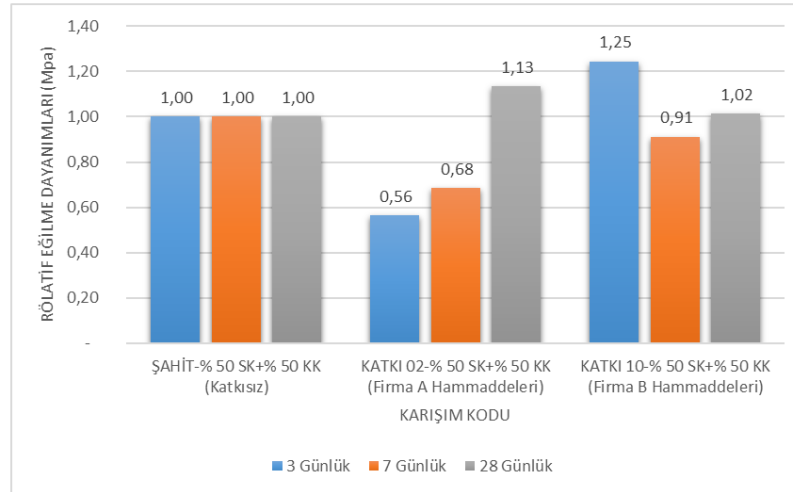
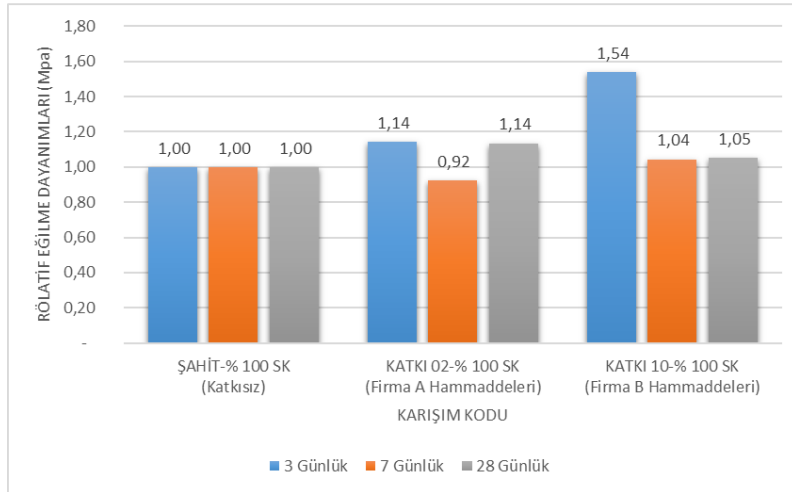
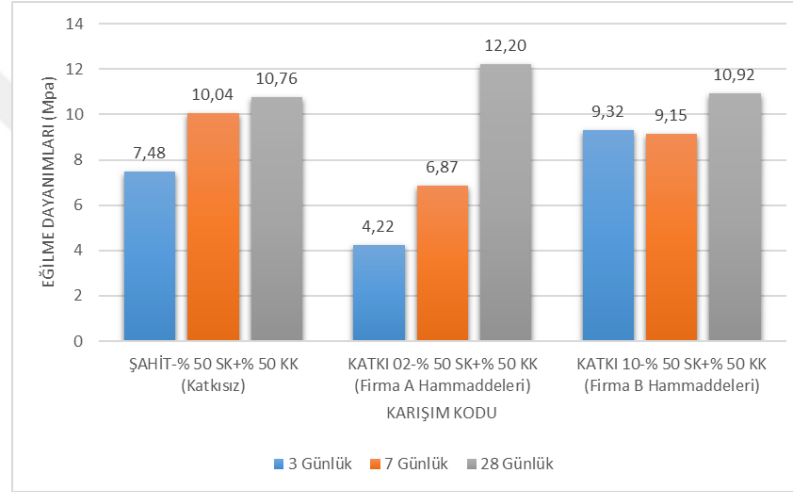
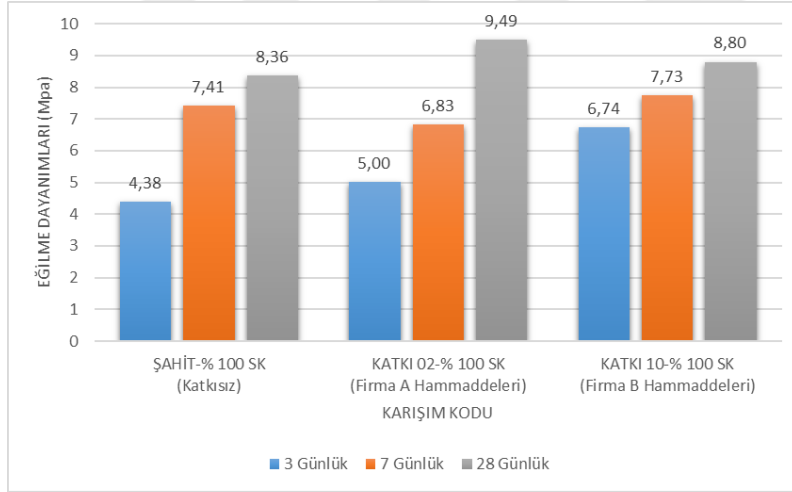
5.2.2. K#02 ve K#10 kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımlarının değerlendirilmesi

%100 standart kum ile üretilen harçlarda K#02 katkısı ile üretilen harcın 3 ve 28 günlük eğilme dayanımları şahit harcın 3 ve 28 günlük eğilme dayanımlarından daha yüksektir. Ancak K#02 katkısı ile üretilen harcın 7 günlük eğilme dayanımı şahit harcın 7 günlük eğilme dayanımından daha düşüktür. K#10 katkısı ile üretilen harcın eğilme dayanımları şahit harcın eğilme dayanımlarından daha yüksektir. K#02 katkısı ile K#10 katkısı karşılaştırıldığında K#02 katkısı ile üretilen harcın 3 ve 7 günlük eğilme dayanımlarının K#10 katkısı ile üretilen harcın 3 ve 7 günlük eğilme dayanımlarından daha düşük olduğu sonucuna varılmıştır. Ancak K#02 katkısı ile üretilen harcın 28 günlük eğilme dayanımı K#10 katkısı ile üretilen harcın 28 günlük eğilme dayanımından daha yüksektir. %50 standart kum ve %50 dolomit kırma kumu ile üretilen harçlarda K#02 katkısı ile üretilen harcın 3 ve 7 günlük eğilme dayanımı şahit harcın 3 ve 7 günlük eğilme dayanımından daha düşüktür. Ancak 28 günlük eğilme dayanımı şahit harcın 28 günlük eğilme dayanımından daha yüksektir. K#10 katkısı ile üretilen harcın 3 günlük ve 28 günlük eğilme dayanımı şahit harcın 3 günlük ve 28 günlük eğilme dayanımından daha yüksektir. K#10 katkısı ile üretilen harcın 7 günlük eğilme dayanımı ise şahit harcın 7 günlük eğilme dayanımından daha düşüktür. K#02 katkısı ile K#10 katkısı karşılaştırıldığında K#02 katkısı ile üretilen harcın 3 ve 7 günlük eğilme dayanımları K#10 katkısı ile üretilen harcın 3 ve 7 günlük eğilme dayanımlarına oranla daha düşük olduğu görülmüştür. Ancak K#02 katkısı ile üretilen harcın 28 günlük eğilme dayanımı K#10 katkısı ile üretilen harcın eğilme dayanımına oranla daha yüksektir. Dolomit kırma kum kullanımı eğilme dayanımlarını artırmıştır.

%100 standart kum ile üretilen harçlarda K#02 katkısı ile üretilen harcın 3 ve 28 günlük rölatif eğilme dayanımları şahit harcın 3 ve 28 günlük rölatif eğilme dayanımlarından daha yüksektir. K#02 katkısı ile üretilen harcın 7 günlük rölatif eğilme dayanımı şahit harcın 7 günlük rölatif eğilme dayanımından daha düşüktür. K#10 katkısı ile üretilen harcın rölatif eğilme dayanımları K#02 katkısı ile üretilen harcın rölatif eğilme dayanımlarından daha yüksektir. %50 standart kum ve %50 dolomit kırma kumu ile üretilen harçlarda K#02 katkısı ile üretilen harcın 3 günlük ve 7 günlük rölatif eğilme dayanımı şahit harcın 3 günlük ve 7 günlük rölatif eğilme dayanımından daha düşüktür. Ancak K#02 katkısı ile üretilen harcın 28 günlük rölatif eğilme dayanımı şahit harcın 28 günlük rölatif eğilme dayanımından daha yüksektir.

K#10 katkısı ile üretilen harcın 3 ve 28 günlük rölatif eğilme dayanımı şahit harcın 3 ve 28 günlük rölatif eğilme dayanımından daha yüksektir. 7 günlük rölatif eğilme dayanımı ise şahit harcın rölatif eğilme dayanımından daha düşüktür. %100 standart kum ve %50 standart kum + %50 dolomit kırma kum ile K#02 ve K#10 kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımı ve rölatif eğilme dayanımı Şekil 5.12'de grafik halinde verilmiştir.





Şekil 5.12 %100 SK & %50 SK + %50 DKK ile K#02 ve K#10 kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımı ve rölatif eğilme dayanımı

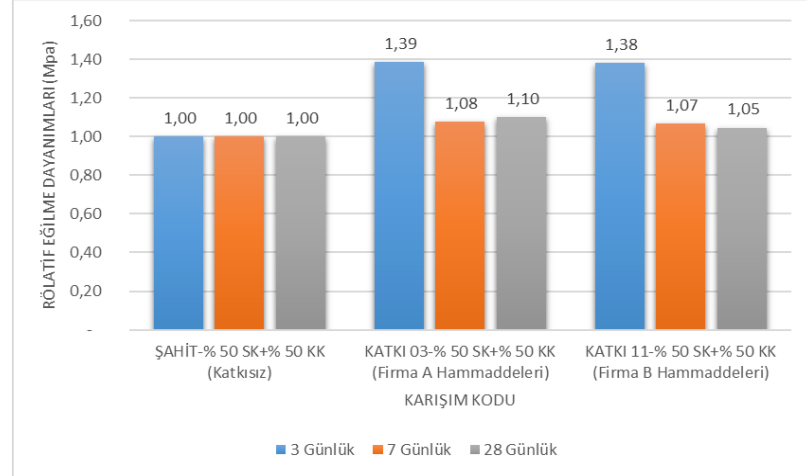
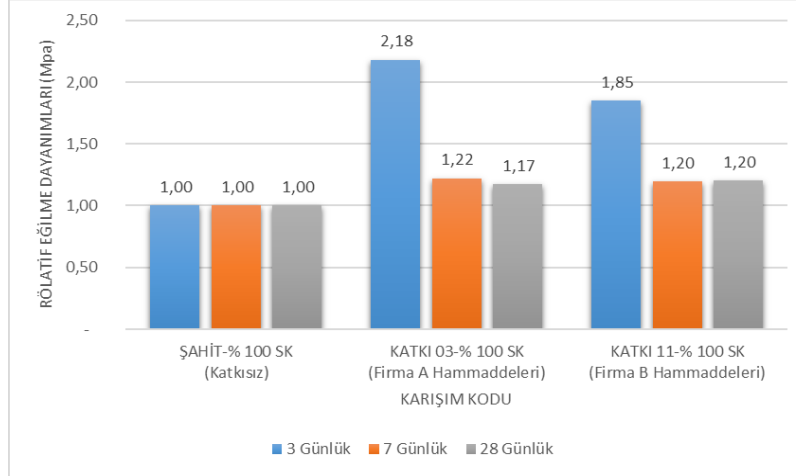
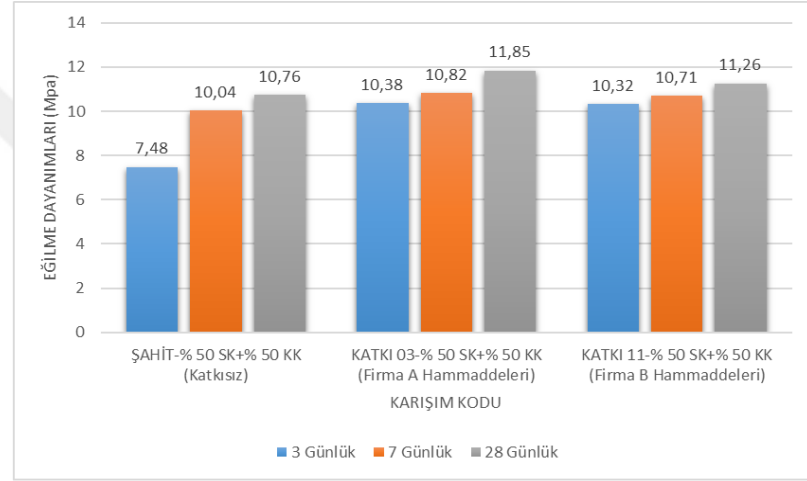
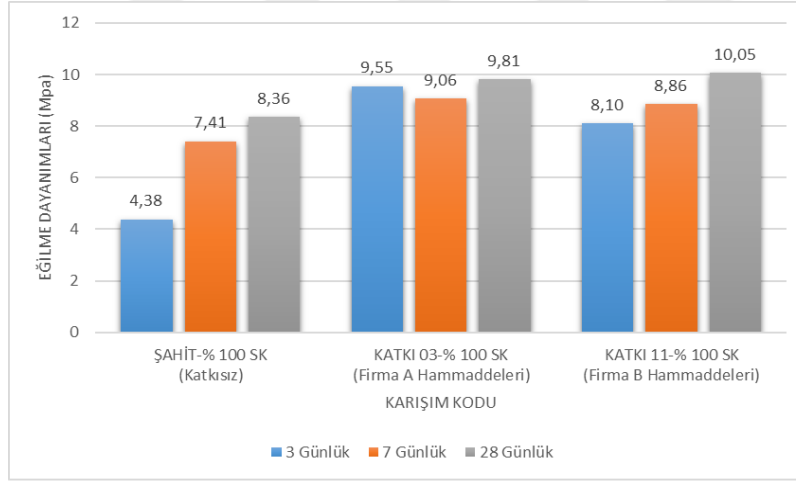
5.2.3. K#03 ve K#11 kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımlarının değerlendirilmesi

%100 standart kum ile üretilen harçlarda hem K#03 katkısı hem de K#11 katkısı ile üretilen harçların eğilme dayanımları şahit harcın eğilme dayanımlarından daha yüksektir. K#03 katkısı ile K#11 katkısı karşılaştırıldığında K#03 katkısı ile üretilen harcın 3 ve 7 günlük eğilme dayanımlarının K#11 katkısı ile üretilen harcın 3 ve 7 günlük dayanımlarından daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. 28 günlük sonuçlara bakıldığında ise K#03 katkısı ile üretilen harcın 28 günlük eğilme dayanımının K#11 katkısı ile üretilen harcın 28 günlük eğilme dayanımından daha düşük olduğu gözlenmiştir. %50 standart kum ve %50 dolomit kırma kumu ile üretilen harçlarda hem K#03 katkısı hem de K#11 katkısı ile üretilen harçların 3, 7 ve 28 günlük eğilme dayanımları şahit harcın 3, 7 ve 28 günlük eğilme dayanımlarından daha yüksektir. K#03 katkısı ile K#11 katkısı karşılaştırıldığında K#03 katkısı ile üretilen harcın eğilme dayanımları K#11 katkısı ile üretilen harcın eğilme dayanımlarına oranla daha yüksek çıkmıştır. Dolomit kırma kum kullanımı eğilme dayanımlarını artırmıştır. Oransal olarak dolomit kırma kum kullanılan şahit harcın eğilme dayanımı gelişimi standart kum kullanılan şahit harcın eğilme dayanımı gelişiminden daha etkindir.

%100 standart kum ile üretilen harçlarda hem K#03 katkısı ile üretilen harcın hem de K#11 katkısı ile üretilen harcın rölatif eğilme dayanımları şahit harcın rölatif eğilme dayanımlarından daha yüksektir. K#03 katkısı ile üretilen harcın rölatif eğilme dayanımları yaş arttıkça azalmıştır. K#11 katkısı sonuçları incelendiğinde 3 günlük sonucun 7 ve 28 günlük sonuçtan yüksek olduğu gözlenmiştir. 7 ve 28 günlük sonucun aynı olduğu görülmüştür. K#03 katkısı ile K#11 katkısı karşılaştırıldığında K#03 katkısı ile üretilen harcın 3 ve 7 günlük rölatif eğilme dayanımlarının K#11 katkısı ile üretilen harcın 3 ve 7 günlük rölatif eğilme dayanımlarından daha yüksek olduğu görülmektedir. Ancak K#03 katkısının 28 günlük rölatif eğilme dayanımı K#11 katkısının 28 günlük rölatif eğilme dayanımından daha düşüktür. %50 standart kum ve %50 dolomit kırma kumu ile üretilen harçlarda hem K#03 katkısı hem de K#11 katkısı ile üretilen harçların rölatif eğilme dayanımları şahit harcın rölatif eğilme dayanımlarından daha yüksektir. K#11 katkısı ile üretilen harç sonuçlarına bakıldığında yaş arttıkça rölatif eğilme dayanımı azalmıştır. K#03 katkısı ile üretilen harç sonuçları incelendiğinde ise 7 günlük rölatif eğilme dayanımı 3 günlük rölatif

eğilme dayanımından daha düşük çıkmıştır. 28 günlük rölatif eğilme dayanımı ise 7 günlük rölatif eğilme dayanımından daha yüksek ancak 3 günlük rölatif eğilme dayanımından daha düşük çıkmıştır. K#03 katkısı ile K#11 katkısı karşılaştırıldığında ise K#03 katkısı ile üretilen harcın rölatif eğilme dayanımları K#11 katkısı ile üretilen harcın rölatif eğilme dayanımlarına oranla daha yüksektir. %100 standart kum ve %50 standart kum + %50 dolomit kırma kum ile K#03 ve K#11 kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımı ve rölatif eğilme dayanımı Şekil 5.13'de grafik halinde verilmiştir.



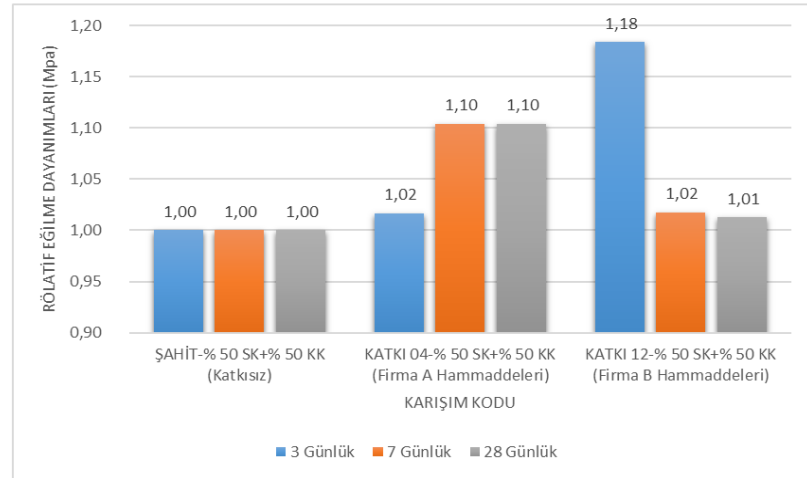
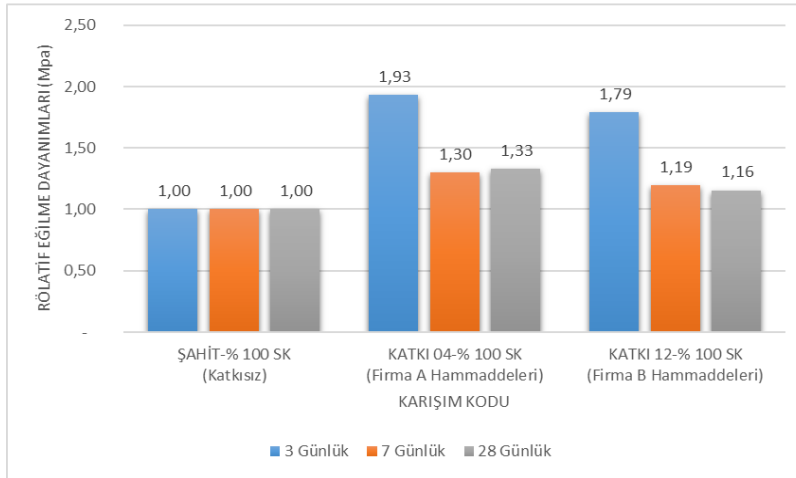
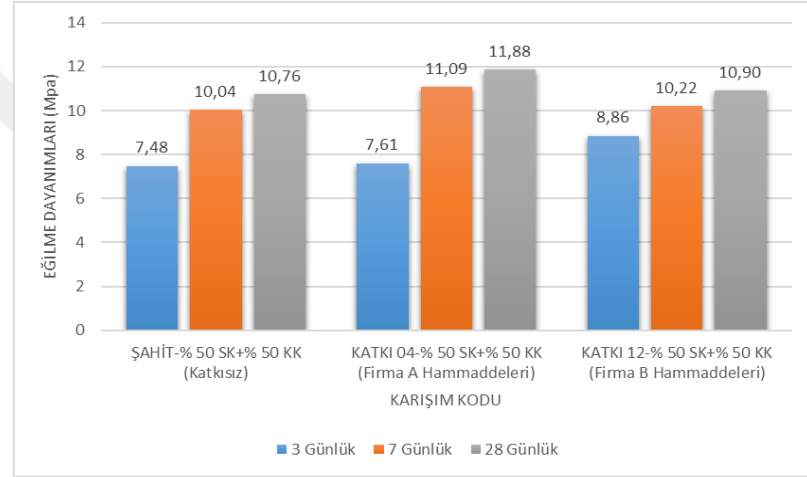
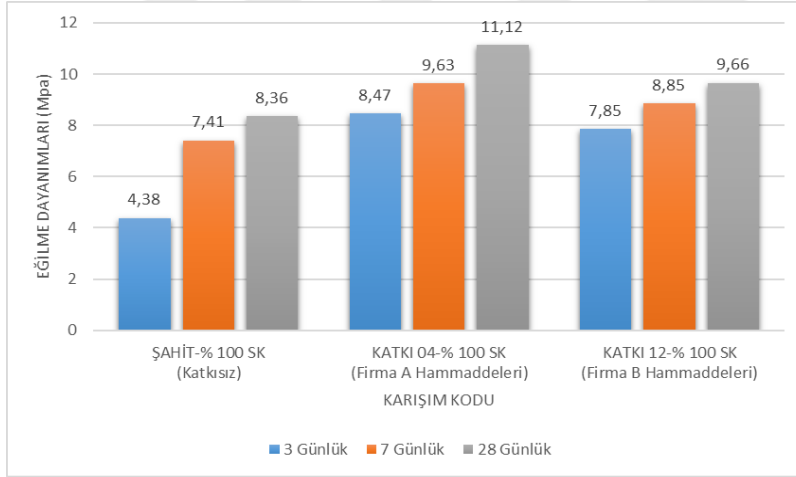


Şekil 5.13 %100 SK & %50 SK + %50 DKK ile K#03 ve K#11 kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımı ve rölatif eğilme dayanımı

5.2.4. K#04 ve K#12 kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımlarının değerlendirilmesi

%100 standart kum ile üretilen harçlarda hem K#04 katkısı hem de K#12 katkısı ile üretilen harçların eğilme dayanımları şahit harcın eğilme dayanımlarından daha yüksektir. K#04 katkısı ile K#12 katkısı sonuçları karşılaştırıldığında K#04 katkısı ile üretilen harcın eğilme dayanımlarının K#12 katkısı ile üretilen harcın eğilme dayanımlarından daha yüksek olduğu gözlenmiştir. %50 standart kum ve %50 dolomit kırma kumu ile üretilen harçlarda hem K#04 katkısı hem de K#12 katkısı ile üretilen harcın eğilme dayanımları şahit harcın eğilme dayanımlarından daha yüksektir. K#04 katkısı ile üretilen harcın 3 günlük eğilme dayanımı K#12 katkısı ile üretilen harcın 3 günlük eğilme dayanımından daha düşüktür. Ancak K#04 katkısı ile üretilen harcın 7 ve 28 günlük eğilme dayanımları K#12 katkısı ile üretilen harcın 7 ve 28 günlük eğilme dayanımlarından daha yüksektir. Dolomit kırma kum kullanımı 3,7 ve 28 günlük eğilme dayanımlarını artırmıştır.

%100 standart kum ile üretilen harçlarda hem K#04 katkısı hem de K#12 katkısı ile üretilen harçların rölatif eğilme dayanımları şahit harcın rölatif eğilme dayanımlarından daha yüksek çıkmıştır. K#12 katkısı ile üretilen harcın rölatif eğilme dayanımları K#04 katkısı ile üretilen harcın rölatif eğilme dayanımlarından daha düşüktür. %50 standart kum ve %50 dolomit kırma kumu ile üretilen harçlarda hem K#04 katkısı hem de K#12 katkısı ile üretilen harçların rölatif eğilme dayanımları şahit harcın rölatif eğilme dayanımlarından daha yüksektir. K#12 katkısı ile üretilen harç sonuçlarına bakıldığında yaş arttıkça rölatif eğilme dayanımı azalmıştır. K#04 katkısı ile üretilen harç sonuçlarında durum biraz daha farklıdır. K#04 katkısı ile üretilen harcın 7 günlük rölatif eğilme dayanımı ile 28 günlük rölatif eğilme dayanımı aynıdır. 3 günlük rölatif eğilme dayanımı ise 7 ve 28 günlük rölatif eğilme dayanımından daha düşüktür. K#04 katkısı ile K#12 katkısı karşılaştırıldığında K#12 katkısı ile üretilen harcın 3 günlük rölatif eğilme dayanımı K#04 katkısı ile üretilen harcın rölatif eğilme dayanımından daha yüksektir. Ancak 7 günlük rölatif eğilme dayanımları ile 28 günlük rölatif eğilme dayanımları K#04 katkısı ile üretilen harcın 7 günlük rölatif eğilme dayanımları ile 28 günlük rölatif eğilme dayanımlarından daha düşüktür. %100 standart kum ve %50 standart kum + %50 dolomit kırma kum ile K#04 ve K#12 kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımı ve rölatif eğilme dayanımı Şekil 5.14'de grafik halinde verilmiştir.

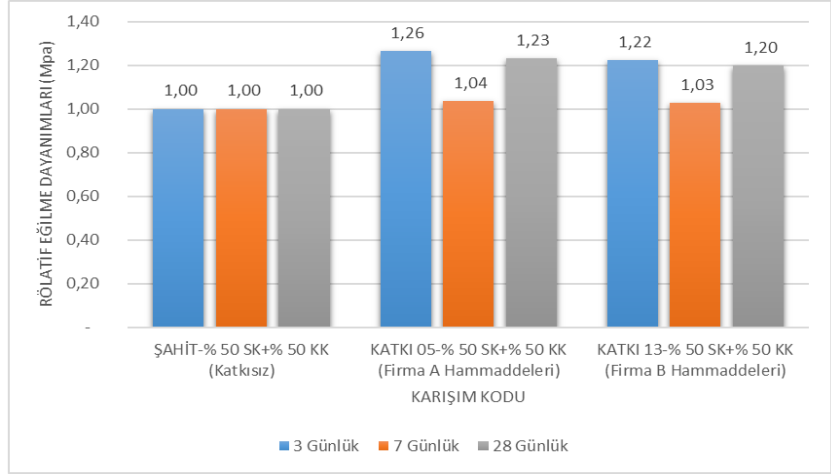
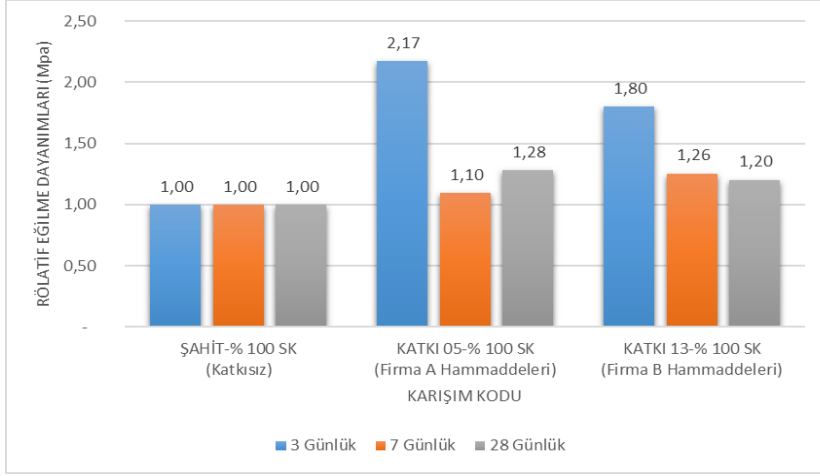
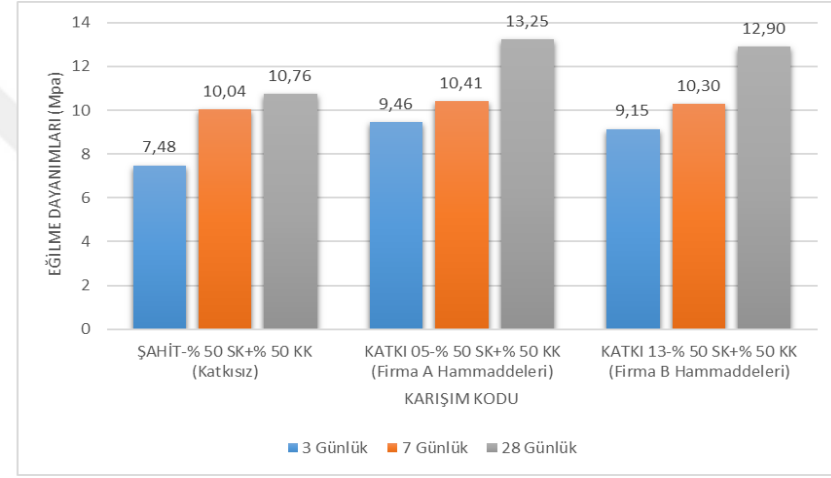
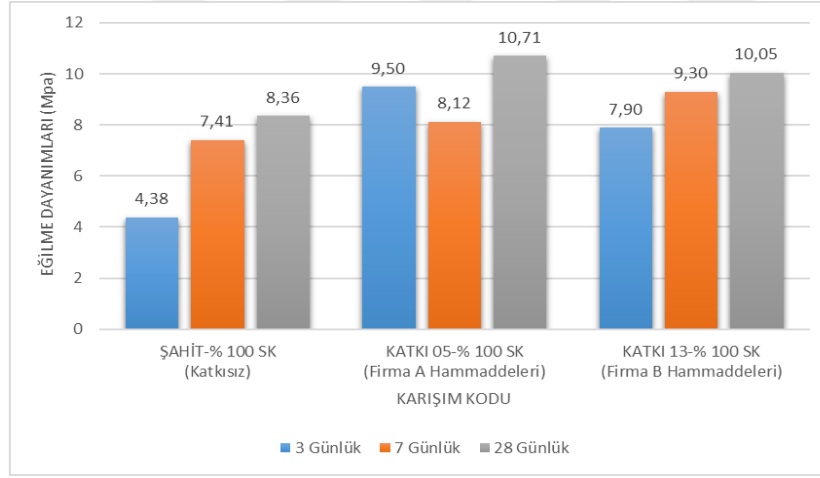


Şekil 5.14 %100 SK & %50 SK + %50 DKK ile K#04 ve K#12 kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımı ve rölatif eğilme dayanımı

5.2.5. K#05 ve K#13 kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımlarının değerlendirilmesi

%100 standart kum ile üretilen harçlarda hem K#05 katkısı hem de K#13 katkısı ile üretilen harçların eğilme dayanımları şahit harcın eğilme dayanımlarından daha yüksektir. K#05 katkısı ile üretilen harcın eğilme dayanımları K#13 katkısı ile üretilen harcın eğilme dayanımlarından daha yüksektir. %50 standart kum ve %50 dolomit kırma kumu ile üretilen harçlarda hem K#05 katkısı hem de K#13 katkısı ile üretilen harçların eğilme dayanımları şahit harcın eğilme dayanımlarından daha yüksektir. K#05 katkısı ile K#13 katkısı karşılaştırıldığında K#05 katkısı ile üretilen harcın eğilme dayanımlarının K#13 katkısı ile üretilen harcın eğilme dayanımlarından daha yüksek olduğu görülmüştür. Dolomit kırma kum kullanımı eğilme dayanımlarını da artırmıştır.

%100 standart kum ile üretilen harçlarda hem K#05 katkısı hem de K#13 katkısı ile üretilen harçların rölatif eğilme dayanımları şahit harcın rölatif eğilme dayanımlarından daha yüksektir. K#13 katkısı sonuçlarına bakıldığında yaş arttıkça rölatif eğilme dayanımı azalmıştır. K#05 katkısı ile üretilen harcın 3 günlük rölatif eğilme dayanımı 7 ve 28 günlük rölatif eğilme dayanımından daha yüksektir. 7 ve 28 günlük rölatif eğilme dayanımı aynıdır. K#05 katkısı sonuçları ile K#13 katkısı deney sonuçları karşılaştırıldığında K#13 katkısı ile üretilen harcın rölatif eğilme dayanımlarının K#05 katkısı ile üretilen harcın rölatif eğilme dayanımlarından daha düşük olduğu sonucuna varılmıştır. %50 standart kum ve %50 dolomit kırma kumu ile üretilen harçlarda hem K#05 katkısı hem de K#13 katkısı ile üretilen harçların rölatif eğilme dayanımları şahit harcın eğilme dayanımlarından daha yüksek çıkmıştır. K#05 katkısı ile K#13 katkısı karşılaştırıldığında K#05 katkısı ile üretilen harcın rölatif eğilme dayanımlarının K#13 katkısı ile üretilen harcın rölatif eğilme dayanımlarından daha yüksek olduğu belirlenmiştir. K#05 katkısı ile üretilen harcın 7 günlük rölatif eğilme dayanımı hem 3 günlük hem de 28 günlük rölatif eğilme dayanımından daha düşüktür. Bu durum K#13 katkısı deney sonuçlarında da gözlenmiştir. %100 standart kum ve %50 standart kum + %50 dolomit kırma kum ile K#05 ve K#13 kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımı ve rölatif eğilme dayanımı Şekil 5.15'de grafik halinde verilmiştir.



Şekil 5.15 %100 SK & %50 SK + %50 DKK ile K#05 ve K#13 kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımı ve rölatif eğilme dayanımı

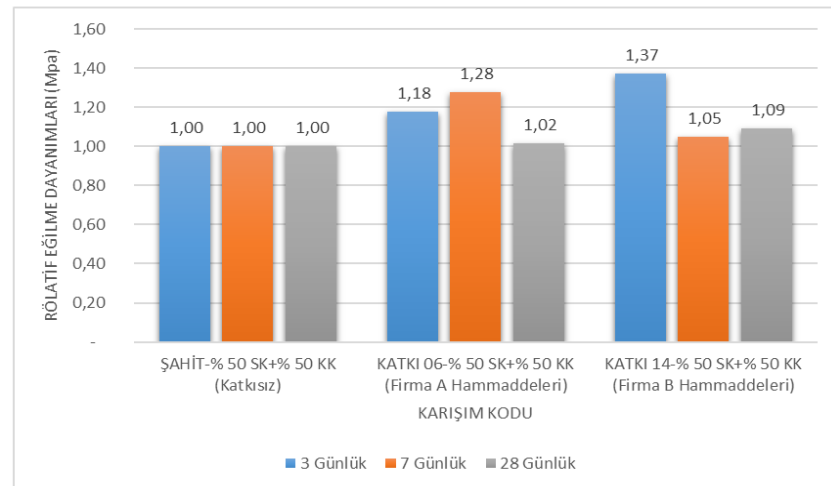
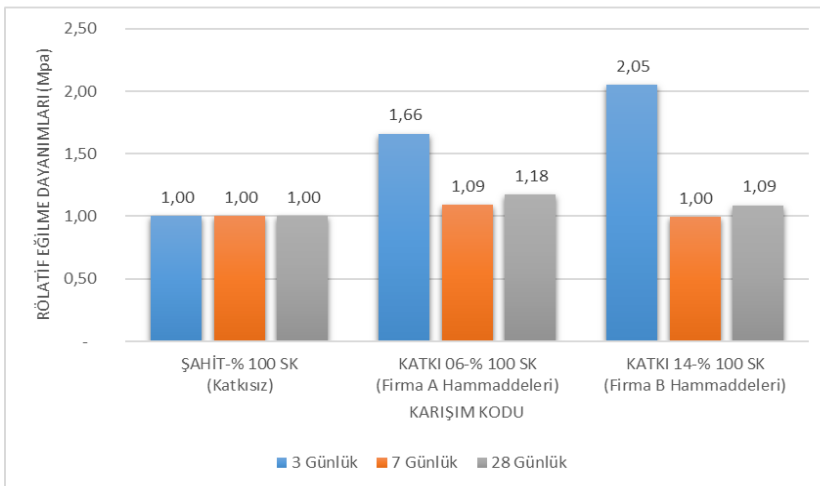
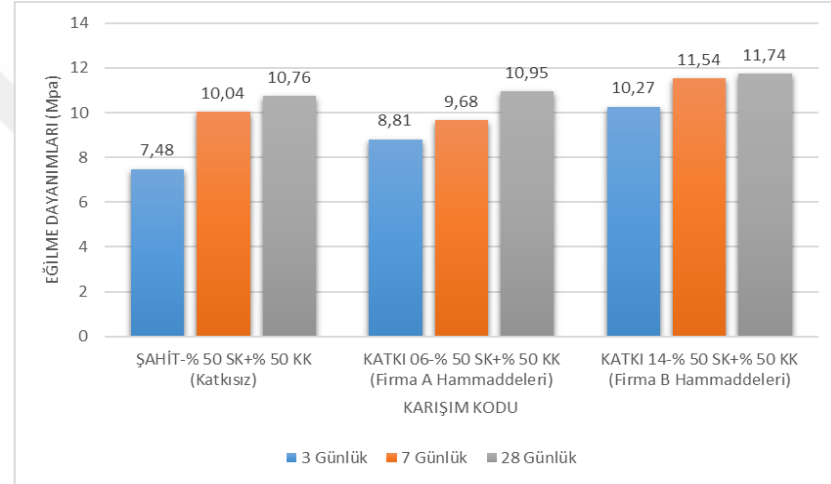
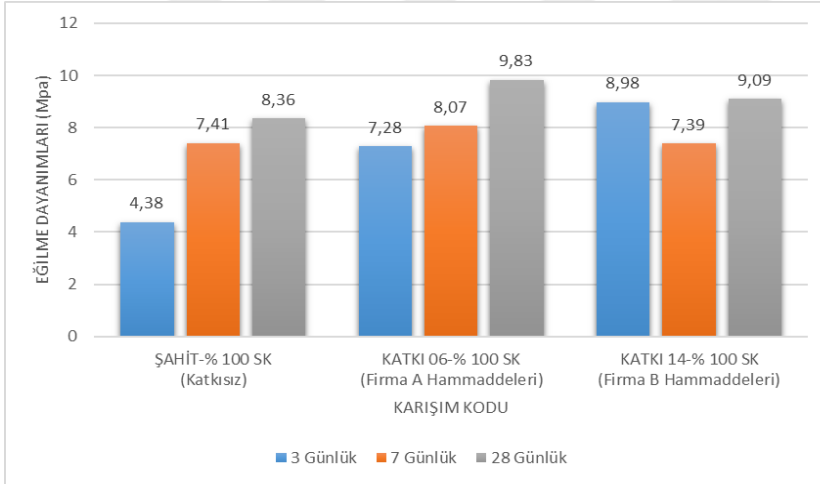
5.2.6. K#06 ve K#14 kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımlarının değerlendirilmesi

%100 standart kum ile üretilen harçlarda hem K#06 katkısı hem de K#14 katkısı ile üretilen harçların eğilme dayanımları şahit harcın eğilme dayanımlarından daha yüksektir. K#14 katkısı ile üretilen harcın 3 ve 7 günlük eğilme dayanımları K#06 katkısı ile üretilen harcın 3 ve 7 günlük eğilme dayanımlarından daha yüksektir. Ancak K#06 katkısı ile üretilen harcın 28 günlük eğilme dayanımı K#14 katkısı ile üretilen harcın 28 günlük eğilme dayanımından daha yüksektir. %50 standart kum ve %50 dolomit kırma kumu ile üretilen harçlarda K#14 katkısı ile üretilen harcın eğilme dayanımları şahit harcın eğilme dayanımlarına oranla daha yüksek çıkmıştır. K#06 katkısı ile üretilen harcın 3 ve 28 günlük eğilme dayanımları şahit harcın 3 ve 28 günlük eğilme dayanımlarından daha yüksek çıkmıştır. Ancak şahit harcın 7 günlük eğilme dayanımı K#06 katkısı ile üretilen harcın 7 günlük eğilme dayanımından daha yüksek çıkmıştır. K#06 katkısı ile K#14 katkısı karşılaştırıldığında ise K#14 katkısı ile üretilen harcın eğilme dayanımları K#06 katkısı ile üretilen harcın eğilme dayanımlarına oranla daha yüksek çıkmıştır. Burada dizaynlar ve hammadde çeşitleri aynı olmasına rağmen hammadde niteliğindeki farklılık sonuçların değişkenliğine sebep olabilir. Dolomit kırma kum kullanımı eğilme dayanımlarını artırmıştır.

%100 standart kum ile üretilen harçlarda hem K#06 katkısı hem de K#14 katkısı ile üretilen harçların rölatif eğilme dayanımları şahit harcın rölatif eğilme dayanımlarından daha yüksektir. K#14 katkısı ile üretilen harcın sonuçlarına bakıldığında yaş arttıkça rölatif eğilme dayanımı azalmıştır. K#06 katkısı ile üretilen harcın 3 günlük rölatif eğilme dayanımı hem 7 günlük hem de 28 günlük rölatif eğilme dayanımından daha yüksektir. En düşük rölatif eğilme dayanımı 7 günlük rölatif eğilme dayanımıdır. %50 standart kum ve %50 dolomit kırma kumu ile üretilen harçlarda K#14 katkısı ile üretilen harcın rölatif eğilme dayanımları şahit harcın rölatif eğilme dayanımlarından daha yüksektir. K#06 katkısı ile üretilen harcın 3 ve 28 günlük rölatif eğilme dayanımları şahit harcın 3 ve 28 günlük rölatif eğilme dayanımlarından daha yüksektir. Ancak 7 günlük rölatif eğilme dayanımı şahit harcın 7 günlük rölatif eğilme dayanımından daha düşüktür. K#14 katkısı ile üretilen harcın rölatif eğilme dayanımları K#06 katkısı ile üretilen harcın rölatif eğilme dayanımlarından daha yüksektir. %100 standart kum ve %50 standart kum + %50 dolomit kırma kum ile

K#06 ve K#14 kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımı ve rölatif eğilme dayanımı Şekil 5.16'de grafik halinde verilmiştir.





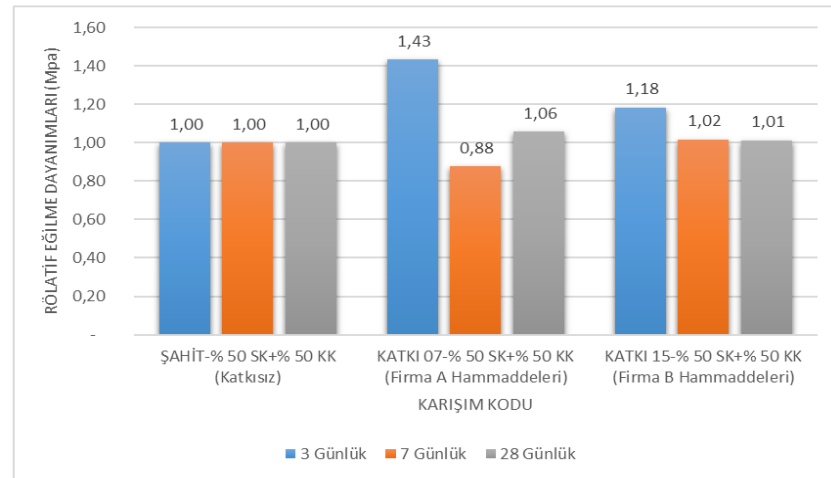
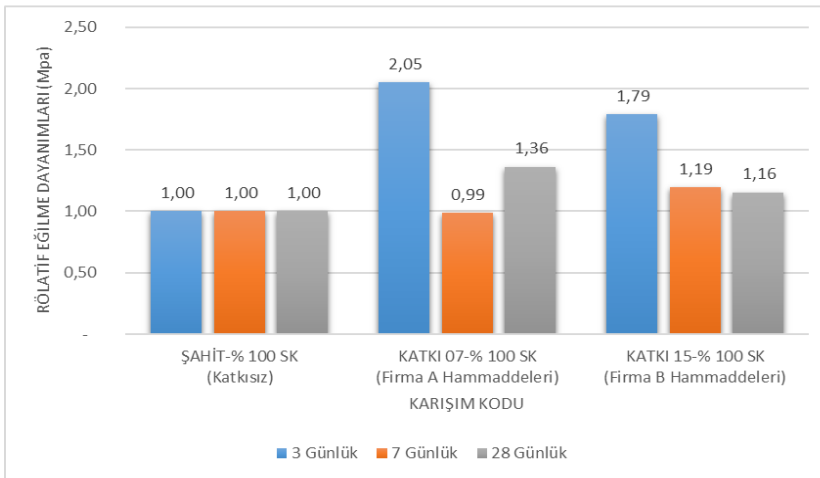
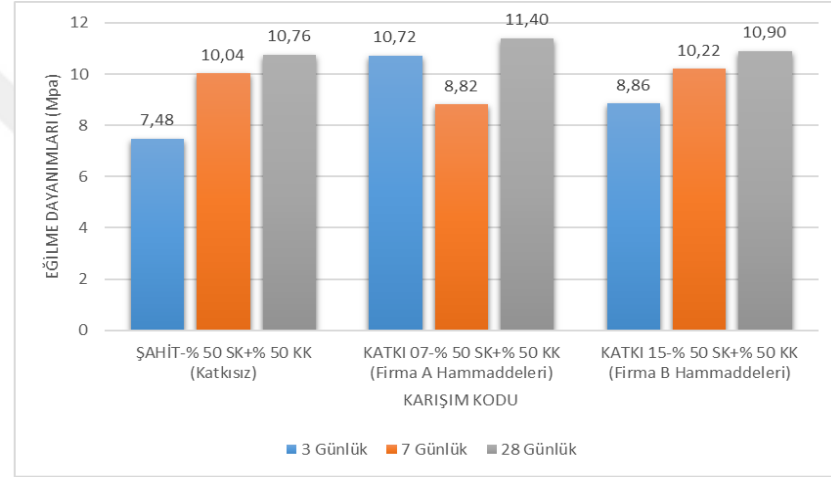
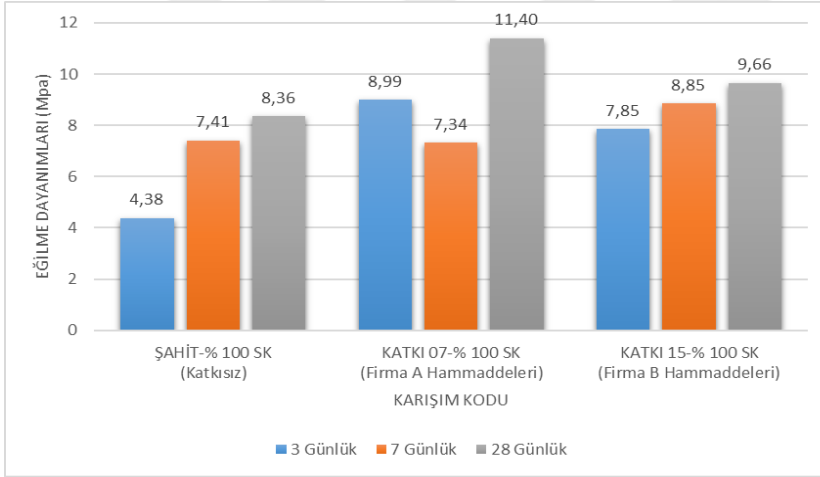
Şekil 5.16 % 100 SK & % 50 SK + % 50 DKK ile K#06 ve K#14 kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımı ve rölatif eğilme dayanımı

5.2.7. K#07 ve K#15 kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımlarının değerlendirilmesi

%100 standart kum ile üretilen harçlarda hem K#07 katkısı hem de K#15 katkısı ile üretilen harçların eğilme dayanımları şahit harcın eğilme dayanımlarından daha yüksektir. K#07 katkısı ile üretilen harcın 3 günlük, 7 günlük ve 28 günlük eğilme dayanımları K#15 katkısı ile üretilen harcın 3 günlük ,7 günlük ve 28 günlük eğilme dayanımından daha yüksektir. K#07 katkısı ile üretilen harçların performansı ile K#15 katkısı ile üretilen harçların performansı karşılaştırıldığında; K#07 katkısı ile üretilen harçların daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. %50 standart kum ve %50 dolomit kırma kumu ile üretilen harçlarda K#07 katkısı ile üretilen harcın ve K#15 katkısı ile üretilen harcın eğilme dayanımları şahit harcın eğilme dayanımlarına oranla daha yüksek çıkmıştır. Katkı kullanımı ile üretilen harçların eğilme dayanımları artmıştır. K#07 ile üretilen harçların 3 günlük eğilme dayanımı K#15 ile üretilen harçların 3 günlük eğilme dayanımı değerinden düşük olmasına karşın K#07 ile üretilen harçların 7 günlük ve 28 günlük eğilme dayanımları K#15 ile üretilen harçların 7 günlük ve 28 günlük eğilme dayanımı değerinden yüksektir.

%100 standart kum ile üretilen harçlarda hem K#07 katkısı hem de K#15 katkısı ile üretilen harçların rölatif eğilme dayanımları şahit harcın rölatif eğilme dayanımlarından daha yüksektir.

%50 standart kum ve %50 dolomit kırma kumu ile üretilen harçlarda K#07 katkısı ile üretilen harcın ve K#15 katkısı ile üretilen harcın rölatif eğilme dayanımları şahit harcın eğilme dayanımlarına oranla daha yüksek çıkmıştır. %100 standart kum ve %50 standart kum + %50 dolomit kırma kum ile K#07 ve K#15 kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımı ve rölatif eğilme dayanımı Şekil 5.17'de grafik halinde verilmiştir.

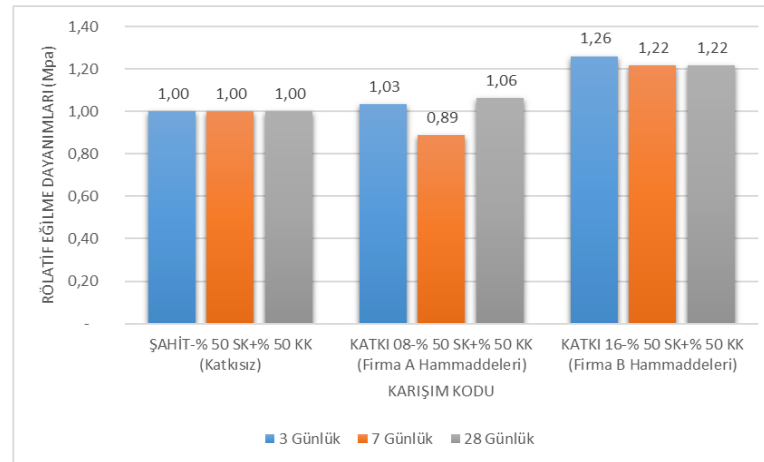
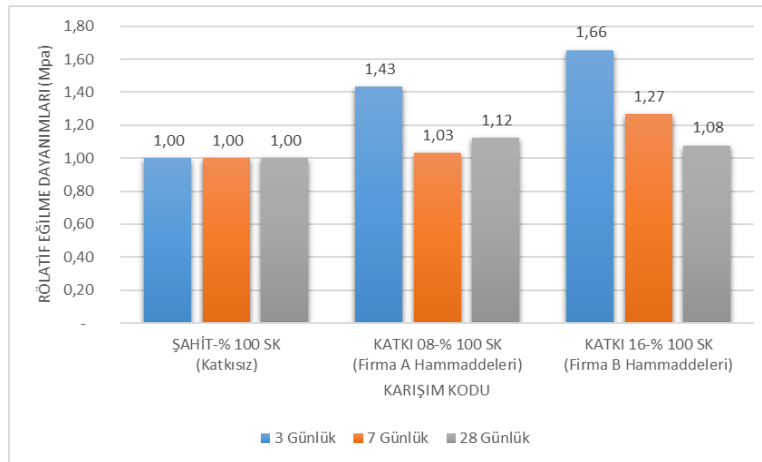
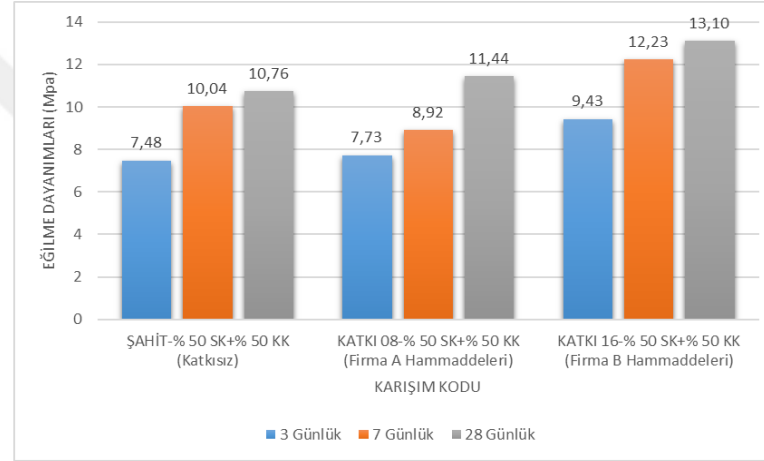
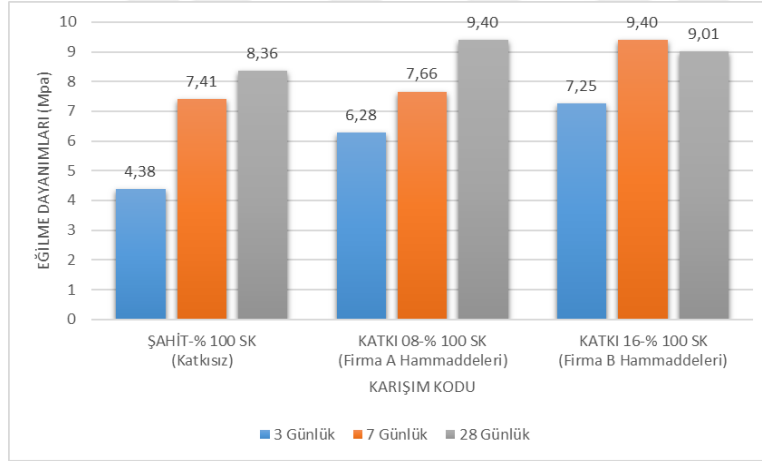


Şekil 5.17 %100 SK & %50 SK + %50 DKK ile K#07 ve K#15 kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımı ve rölatif eğilme dayanımı

5.2.8. K#08 ve K#16 kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımlarının değerlendirilmesi

%100 standart kum ile üretilen harçlarda hem K#08 katkısı hem de K#16 katkısı ile üretilen harçların eğilme dayanımları şahit harcın eğilme dayanımlarından daha yüksektir. K#08 katkısı ile üretilen harçların 3 ve 7 günlük eğilme dayanımı K#16 ile üretilen harçların 3 ve 7 günlük eğilme dayanımından daha düşük olduğu halde K#08 katkısı ile üretilen harçların 28 günlük eğilme dayanımı K#16 katkısı ile üretilen harçların eğilme dayanımından daha yüksektir. %50 standart kum ve %50 dolomit kırma kumu ile üretilen harçlarda K#08 katkısı ile üretilen harcın ve K#16 katkısı ile üretilen harcın eğilme dayanımları şahit harcın eğilme dayanımlarına oranla daha yüksek çıkmıştır. K#08 katkısı ile üretilen harcın 3 günlük ,7 günlük ve 28 günlük eğilme dayanımı K#16 katkısı ile üretilen harcın 3 günlük ,7 günlük ve 28 günlük eğilme dayanımından daha düşüktür. Katkı kullanımı ile harçların eğilme dayanımı artmıştır.

%100 standart kum ile üretilen harçlarda hem K#08 katkısı hem de K#16 katkısı ile üretilen harçların rölatif eğilme dayanımları şahit harcın rölatif eğilme dayanımlarından daha yüksektir. K#08 katkısı kullanılarak üretilen harçların 3 günlük ve 7 günlük rölatif eğilme dayanımı, K#16 kullanılarak üretilen harçların 3 günlük ve 7 günlük eğilme dayanımı değerinden düşük iken K#08 katkısı kullanılarak üretilen harçların 28 günlük rölatif eğilme dayanımı değeri K#16 kullanılarak üretilen harçların 28 günlük rölatif eğilme dayanımı değerinden yüksektir. %50 standart kum ve %50 dolomit kırma kumu ile üretilen harçlarda K#08 katkısı ile üretilen harcın 3 ve 28 günlük rölatif eğilme dayanımı ile K#16 katkısı ile üretilen harcın 3 günlük ,7 günlük ve 28 günlük rölatif eğilme dayanımları şahit harcın eğilme dayanımlarına oranla daha yüksek çıkmıştır. K#08 katkısı kullanılarak üretilen harçların 7 günlük rölatif eğilme dayanımı şahit numunenin 7 günlük rölatif eğilme dayanımından düşük çıkmıştır. K#08 katkısı kullanılarak üretilen harçların 3 günlük ,7 günlük ve 28 günlük rölatif eğilme dayanımı değeri, K#16 katkısı kullanılarak üretilen harçların 3 günlük ,7 günlük ve 28 günlük rölatif eğilme dayanımı değerlerinden düşük çıkmıştır. %100 standart kum ve %50 standart kum + %50 dolomit kırma kum ile K#08 ve K#16 kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımı ve rölatif eğilme dayanımı Şekil 5.18'da grafik halinde verilmiştir.



Şekil 5.18 % 100 SK & % 50 SK + % 50 DKK ile K#08 ve K#16 kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımı ve rölatif eğilme dayanımı

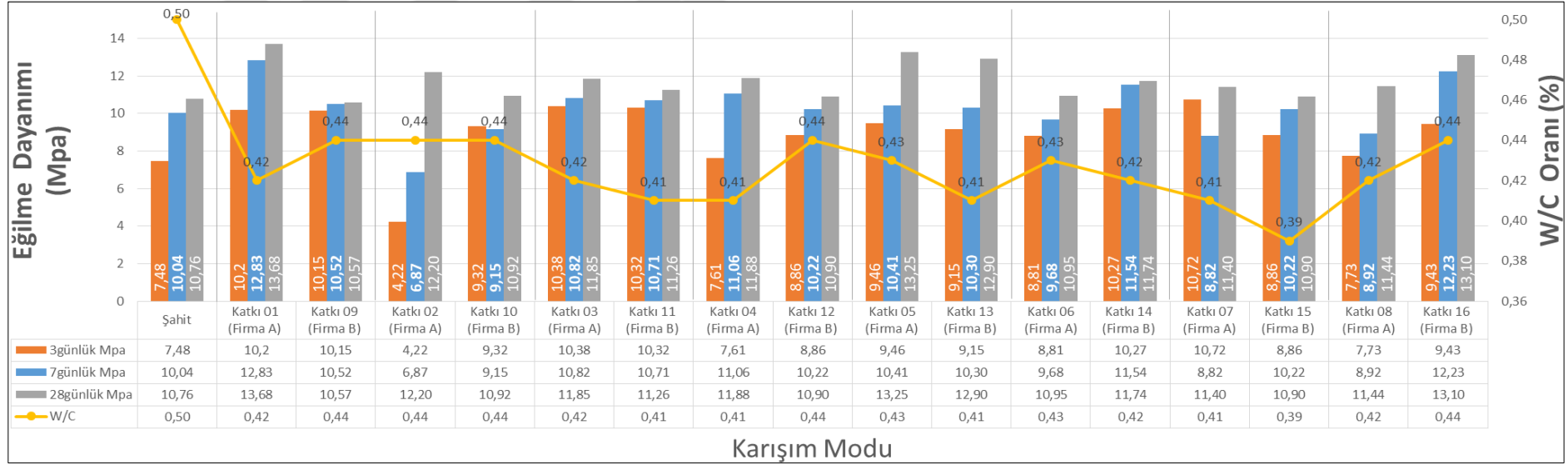
5.2.9.Firma A ve Firma B hammaddeleri kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımı sonuçlarının genel değerlendirilmesi

%100 standart kum ile üretilen harçlarda deney sonuçlarına bakıldığında, Firma A ve Firma B hammaddeleri kullanılarak üretilen harçların 3 günlük ve 28 günlük eğilme mukavemeti şahit harcın 3 günlük ve 28 günlük eğilme mukavemeti, değerinden yüksektir. Firma A ve Firma B hammaddeleri kullanılarak üretilen harçların 7 günlük eğilme mukavemeti, K07 ve K14 katkıları kullanılarak üretilen harçların eğilme mukavemeti hariçinde genel olarak şahit harcın eğilme mukavemeti değerinden yüksektir. Yapılan mekanik testler sonucunda en yüksek 7 günlük ve 28 günlük eğilme mukavemeti değeri K04 kullanılarak üretilen harçlarda gözlenir iken en yüksek 3 günlük eğilme mukavemeti değeri ise K03 kullanılarak üretilen harçlarda gözlenmiştir. Yapılan mekanik testlerde en yüksek 3 günlük, 7 günlük ve 28 günlük eğilme dayanımına sahip harçların su/çimento karışım oranı %0,43'tür. %100 standart kum kullanılarak üretilen harçların genel eğilme mukavemeti dayanımları Şekil 5.19'da grafik halinde verilmiştir

%50 standart kum + %50 dolomit kırma kum ile üretilen harçlarda deney sonuçlarına bakıldığında Firma A ve Firma B hammaddeleri kullanılarak üretilen harçların 3 günlük eğilme mukavemeti değeri K02 kullanılarak üretilen harç hariçinde genel olarak şahit numunenin eğilme dayanımı mukavemetinden yüksektir. 7 günlük eğilme mukavemeti değeri K02, K06, K07 ve K08 kullanılarak üretilen harç hariçinde genel olarak şahit numunenin eğilme dayanımı mukavemetinden yüksektir 28 günlük eğilme dayanımı değeri ise K09 kullanılarak üretilen harçlar hariç genel olarak şahit numunenin eğilme dayanımı mukavemetinden yüksektir. Yapılan mekanik testlerde en yüksek 3 günlük eğilme mukavemeti değeri K07 kullanılarak üretilen harçta gözlenir iken 7 günlük ve 28 günlük eğilme mukavemeti değeri K01'de gözlenmiştir. Yapılan mekanik testlerde en yüksek 7 günlük ve 28 günlük eğilme dayanımına sahip harçların W/C karışım oranı %0,42 iken en yüksek 3 günlük eğilme dayanımına sahip harcın W/C karışımı oranı %0,41'dir. %50 standart kum + %50 dolomit kırma kum kullanılarak üretilen harçların genel eğilme dayanımları Şekil 5.20'da grafik halinde verilmiştir



Şekil 5.19 %100 SK kullanılarak üretilen harçların eğilme dayanımı ve W/C değişimi



Şekil 5.20 %50 SK + %50 DKK kullanılarak üretilen harçların basınç dayanımı ve W/C değişimi

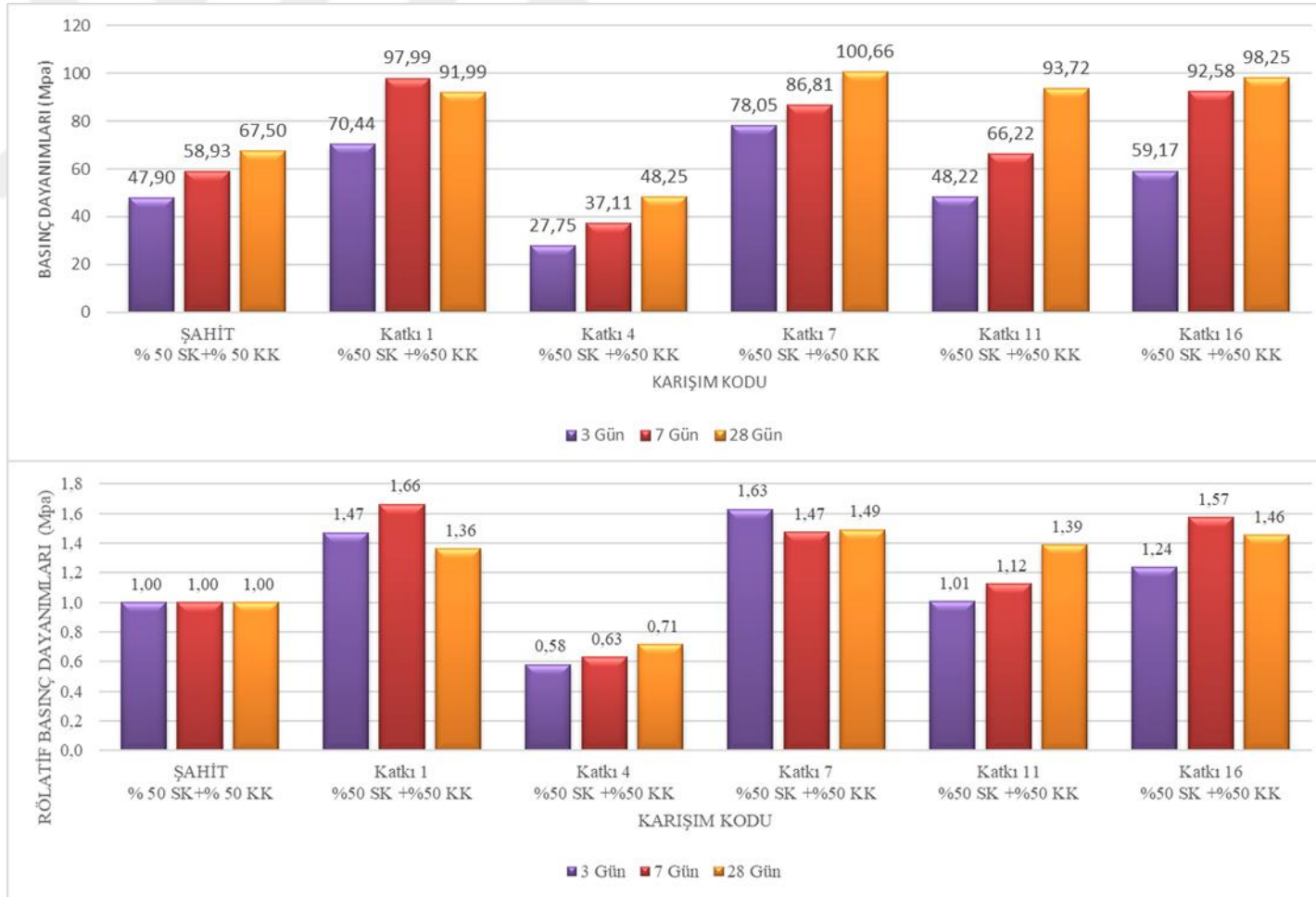
5.3. Sülfat Deneyi Sonuçlarının Değerlendirilmesi

5.3.1. Sülfat deneyi sonrası basınç dayanımı deney sonuçlarının değerlendirilmesi

Çalışmalar esnasında yapılan mekanik deneyler sonucunda basınç dayanımı en yüksek olan harç tasarımları tekrar üretilmiştir ve sülfat deneyine tabi tutulmuştur. K#01, K#04, K#07, K#11 ve K#16 için sülfat deneyi sonrası 3 günlük , 7 günlük ve 28 günlük numunelerin basınç dayanımları Şekil 5.17'de grafik halinde verilmiştir.

Deney sonuçlarına göre, %50 dolomit kırma kum + % 50 standart kum kullanılarak üretilen numunelerin basınç dayanımları 3 günlük, 7 günlük ve 28 gün sonunda, K#01 haricinde artmıştır. K#04 ve K#11 için 3 günlük basınç dayanımı şahit numunenin 3 günlük basınç dayanımından düşük iken, 7 günlük ve 28 günlük basınç dayanımı şahit numunenin basınç dayanımından fazladır. K#04 ile üretilen harçların 3 günlük, 7 günlük ve 28 günlük dayanım değerleri şahit numunenin 3 günlük, 7 günlük ve 28 günlük dayanım değerlerinden düşük çıkmıştır. Sülfat deneyi sonrası en yüksek 3 günlük basınç dayanımı değeri K#07 ile , en yüksek 7 günlük basınç dayanımı değeri K#01 ile ve en yüksek 28 günlük basınç dayanımı değeri ise K#07 ile elde edilmiştir.

Rölatif basınç dayanımı değerleri incelendiğinde Katkı#04 hariç diğer bütün katkıların rölatif artışları şahit numunenin rölatif artışından fazladır. K#01, K#11 ve K#16 için üretilen harçların sülfat deneyi sonrası 7 günlük basınç dayanımı değeri 3 günlük basınç dayanımı değerinden yüksektir fakat 28 günlük basınç dayanımı değeri 7 günlük basınç dayanımı değerinden düşüktür. K#04 ve K#11 için rölatif basınç dayanımı yaşa bağlı olarak artmıştır. K#07 için 3 günlük basınç dayanımı artış oranı en yüksek iken K#01 için 7 günlük basınç dayanımı artış değeri en yüksektir. 28 günlük basınç dayanımının en yüksek değeri K#07'de gözlenmiştir.



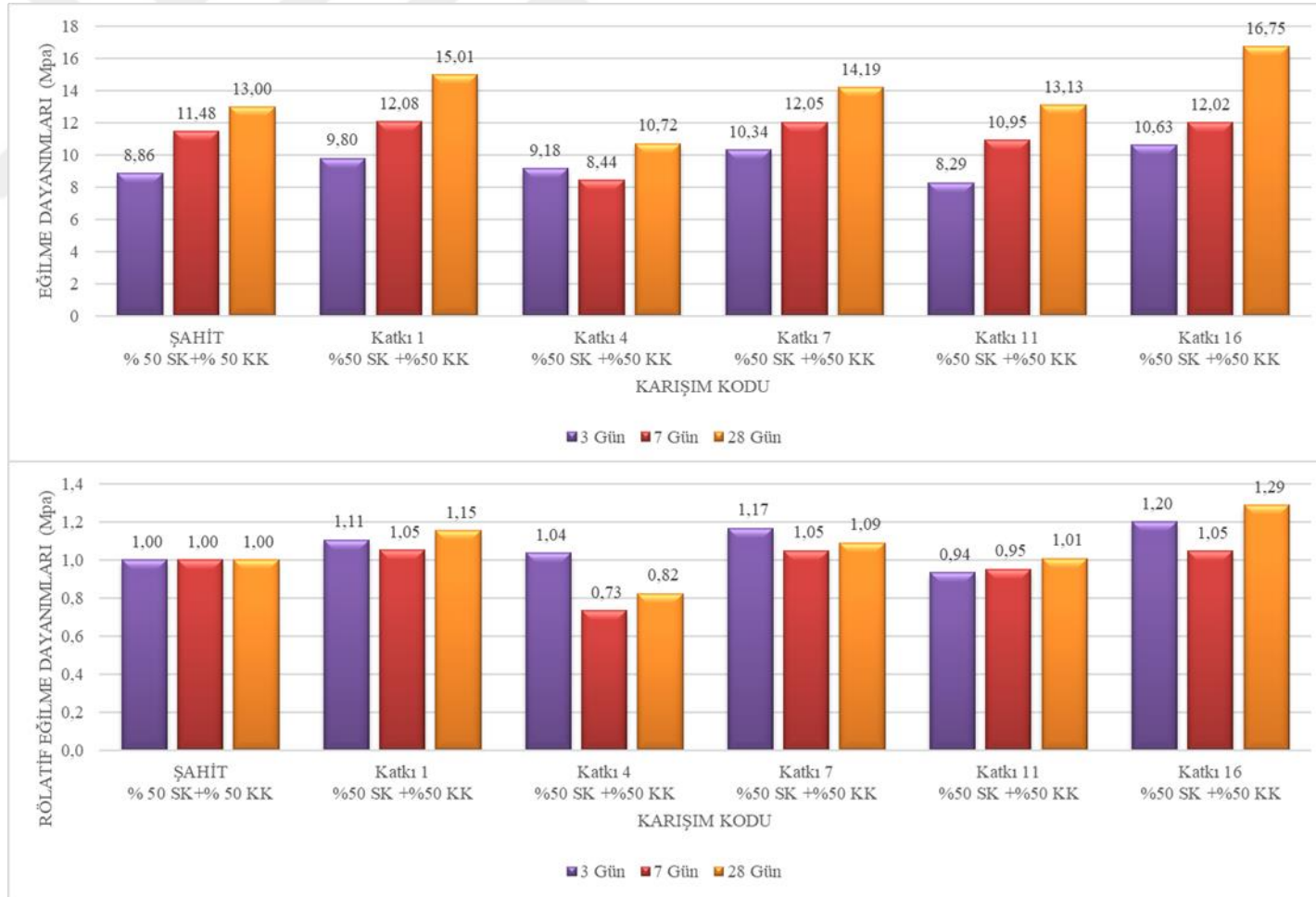
Şekil 5.21 %50 SK + %50 DKK ile K#01, K#04, K#07, K#11 ve K#16 kullanılarak üretilen harçların sülfat deneyi sonrası basınç dayanımı ve rölatif basınç dayanımı

5.3.2. Sülfat deneyi sonrası eğilme dayanımı deney sonuçlarının değerlendirilmesi

Çalışmalar esnasında yapılan mekanik deneyler sonucunda eğilme dayanımı en yüksek olan harç tasarımları tekrar üretilmiş ve sülfat deneyine tabi tutulmuştur. K#01, K#04, K#07, K#11 ve K#16 için 3,7 ve 28 günlük numunelerin basınç dayanımları Şekil 5.22'de grafik halinde verilmiştir.

Deney sonuçlarına göre, %50 dolomit kırma kum + %50 standart kum kullanılarak üretilen numunelerin eğilme dayanımları 3.gün, 7.gün ve 28.gün sonunda, K#04 ile üretilen harç hariç diğer harçlar için artış göstermiştir. K#04 ile üretilen harçların 3 günlük eğilme dayanımı şahit numune eğilme dayanımından yüksek olsada 7 günlük ve 28 günlük eğilme dayanımı şahit numunenin 7 günlük ve 28 günlük eğilme dayanımından düşüktür. Yaşa bağlı olarak 3 günlük, 7 günlük ve 28 günlük eğilme dayanımı değerleri K#04 hariç artmaktadır. K#04 için 7 günlük eğilme dayanımı değeri 3günlük ve 28 günlük eğilme dayanımı değerinden düşüktür.

Rölatif eğilme dayanımları incelendiğinde K#04 için 7 günlük ve 28 günlük eğilme dayanımı ile K#11 için 3 günlük ve 7 günlük eğilme dayanımı şahit numunenin eğilme dayanımı değerlerinden düşüktür. K#01, K#07 ve K#16 için 3 günlük, 7 günlük ve 28 günlük eğilme dayanımı şahit numunenin 3 günlük, 7 günlük ve 28 günlük eğilme dayanımı değerlerinden yüksektir.

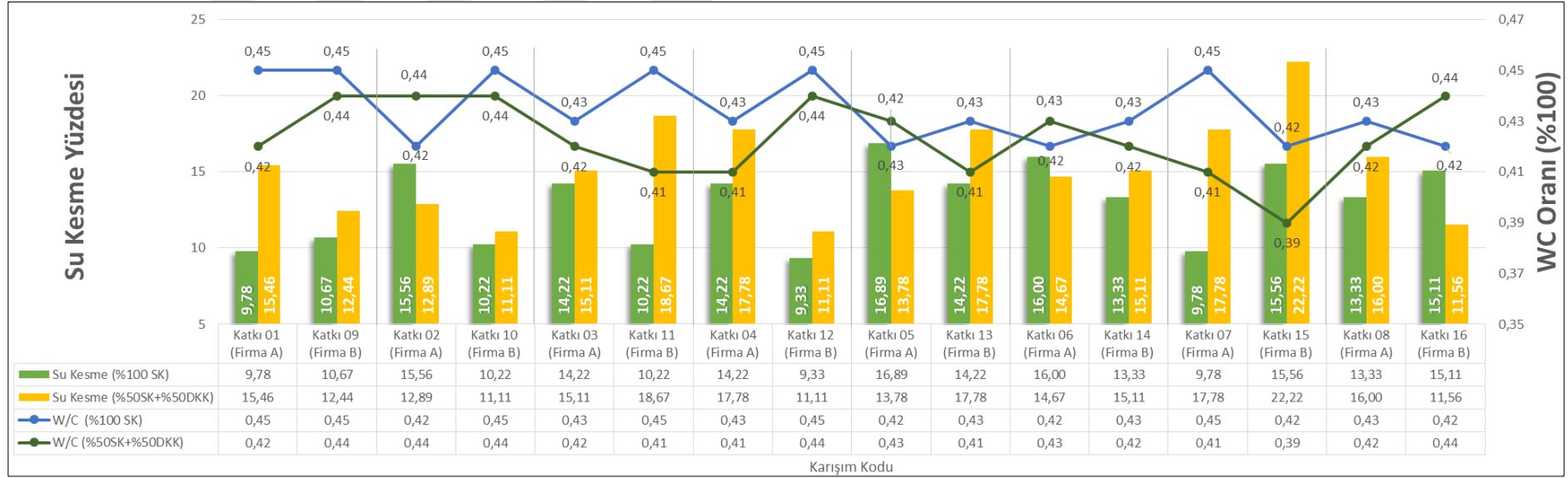


Şekil 5.22 %50 SK + %50 DKK kum ile K#01, K#04, K#07, K#11, K#16 kullanılarak üretilen harçların sülfat deneyi sonrası eğilme dayanımı ve rölatif eğilme dayanımı

5.3.3. Su kesme yüzdesi deney sonuçlarının değerlendirilmesi

Sabit kıvam değerleri için denemesi yapılan katkılar içerisinde %100 standart kum ile hazırlanan haçlarda katkıların su kesme yüzdeleri Şekil 5.23'te verilmiştir. Su kesme yüzdeleri en az %9,78 iken en fazla %16,00'dir. Bu değerler sırası ile K06 ve K01 katkılarına aittir. En düşük su kesme yüzdesine sahip K10 katkısı %0,45 W/C karışım oranı ile üretilmiş iken en yüksek su kesme yüzdesine sahip K15 katkısı %0,42 W/C karışım oranı ile üretilmiştir.

Sabit kıvam değerleri için denemesi yapılan katkılar içerisinde %50 dolomit kırma kumu + % 50 standart kum ile hazırlanan haçlarda katkıların su kesme yüzdeleri Şekil 5.23'te verilmiştir. Su kesme yüzdeleri en az %11,11 iken en fazla %22,00'dir. Bu değerler sırası ile K10 ve K15 katkılarına aittir. En düşük su kesme yüzdesine sahip K10 katkısı %0,44 W/C karışım oranı ile üretilmiş iken en yüksek su kesme yüzdesine sahip K15 katkısı %0,39 W/C karışım oranı ile üretilmiştir.



Şekil 5.23 Su kesme yüzdeleri



6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu yüksek lisans tezi kapsamında toplamda 768 adet numune üretilmiş ve bu numuneler üzerinde basınç mukavemeti, eğilme mukavemeti ve sülfat dayanımı deneyleri yapılmıştır. Yapılan deneylere göre aşağıdaki sonuçlara varılmıştır;

- Dolomit kırma kum kullanımı harçlarda basınç dayanımı ve eğilme dayanımını genel olarak arttırmaktadır.
- Harçların mekanik özellikleri potasyum humat kullanımı ile genel olarak iyileşmektedir.
- Potasyum humat takviyeli harçlarda rölatif basınç dayanımı ve rölatif eğilme dayanımı yaş bağlı olarak azalmıştır. Sertleşmiş birim ağırlık değerlerinde kayda değer bir değişiklik olmamaktadır.
- Sülfat direnci için yapılan deneylerde basınç ve eğilme dayanımı değerleri potasyum humat takviyeli harçlarda yaş arttıkça artmaktadır.
- Yapılacak olan katkı üretiminde ya da katkı seçiminde potasyum humat seçimine özen gösterilmesi gerektiği mekanik deneyler ve durabilite testleri sonucunda anlaşılmaktadır
- Hümik asit olmadan katkı tasarımı yapıldığında katkıların davranışlarının incelenmesi bundan sonraki çalışmalarda tavsiye edilmektedir.
- Potasyum humat etkisinin daha iyi irdelenmesi amacı ile Alkali-Silika reaksiyonunu deneylerinin yapılması bundan sonraki çalışmalarda tavsiye tavsiye edilmektedir.
- Potasyum humat takviyeli katkıların priz başlama ve priz bitimi sürelerinin belirlenmesi bundan sonraki çalışmalarda tavsiye edilmektedir.



7. KAYNAKLAR

- Apak, R., Hızal, J. 2012.** "Hüyük asitler varlığında ağır metal adsorpsiyonunun temel özellikleri, modelleme ilkeleri ve çevresel boyutları", SAÜ Fen Edebiyat Dergisi, 1, 47-62.
- Chassapis, K., Roulia, M., Vrettou, E., Fili, D., Zervaki, M. 2010.** "Biofunctional characteristics of Lignite Fly Ash Modified by Humates: A New Soil Conditioner", Hindawi Publishing Corporation, Bioorganic Chemistry and Applications, 8 pages.
- Galioto, T.R. 1985.** The Influence of Elevation on the Humic-Fulvic Acid Ratio in Soils of the Santa Catalina Mountains, Pima County, Arizona. The University of Arizona: Ms Thesis. Department of Soil and Water Science.
- Grant, D. 2009.** "Humic Substances Inhibit Calcite Crystallization". Possible Relevance to Global Carbon Dioxide Balance. <http://www.scribd.com/doc/23967637/Humic-Substances-Inhibit-Calcite-Crystallization-II>
- Kalina, M., Klucakova, M., Sedlacek, P. 2013.** "Utilization of fractional extraction for characterization of the interactions between humic acids and metals", Geoderma 207-208, 92-98.
- Man, D., Pisarek, I., Brackowski, M. 2013.** "The impact of humic substances on the liposome structures: ESR method", Nukleonika, 58(3), 439-442.
- Prabha, K.S., Thajudeen, A.K. August 2015.** "Experimental Study on Properties of Concrete USNG Humic Acid", International Journal of Scientific and Research Publications, 5(8), ISSN 2250-3153.
- Robertson, K.R., Rashid, M.A. 1976.** "Effect of Solutions of Humic Compounds on Concrete", Journal Proceedings, 73(10), 577-580.
- Vidyasagar, P.B., Rupiasih, N.N.** "Humic Substances: structure, function, effects and applications".
http://www.academia.edu/2604617/Humic_substances_Structure_function_effects_and_applications
- Yee, M.M. September 2006.** "Comprehensive Study of Humic Substances-Ionic Surfactant Interaction in Aqueous Solution". The Graduate School of Science and Engineering of Saga University. PhD Thesis.



8. ÖZGEÇMİŞ

26 Ekim 1984 yılında Kırkareli’de doğan Engin SÜRÜCÜ ilköğrenimini Cumhuriyet İlkokulunda tamamlamış, orta öğrenimini Muratlı Anadolu Lisesinde yapmıştır.2002 yılında öğrenimine başladığı Anadolu Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümünden 2007 yılında mezun olmuştur. Anadolu Üniversitesi’nden mezuniyeti müteakip yurtiçi ve yurtdışı projelerinde İnşaat Mühendisi olarak çeşitli görevlerde çalışmıştır. 2013 yılında Engin SÜRÜCÜ Kırklareli Üniversitesinde yüksek lisans eğitimine başlamıştır. Hali hazırda KKC Marmaray JV firmasında Kalite Güvence ve Kalite Kontrol Müdürü olarak çalışmaktadır.